LOS MODELOS NEUTROSÓFICOS EN LA TOMA DE DECISIONES



AUTORES:

Lorenzo Jovanny Cevallos Torres
Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez
Rosa Inés Hernández Magallanes
Maikel Yelandi Leyva Vázquez



LOS MODELOS NEUTROSÓFICOS EN LA TOMA DE DECISIONES

LORENZO JOVANNY CEVALLOS TORRES
ALFONSO ANÍBAL GUIJARRO RODRÍGUEZ
ROSA INÉS HERNÁNDEZ MAGALLANES
MAIKEL YELANDI LEYVA VÁZQUEZ

Primera Edición, marzo de 2022

LOS MODELOS NEUTROSÓFICOS EN LA TOMA DE DECISIONES

ISBN: 978 - 1-59973 - 731 - 7

Autores:
Lorenzo Jovanny Cevallos Torres
Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez
Rosa Inés Hernández Magallanes
Maikel Yelandi Leyva Vázquez

Editado por:
Global Knowledge - Publishing House, USA
Miami - Florida
Móvil - (WhatsApp): (+1) 786 977 9421 (+593)99 211 8124
https://egk.ccgecon.us
E-mail: egk@ccgecon.us

15,24, 22,86 cm.



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

El conjunto neutrosófico se ha derivado de una nueva rama de la filosofía, denominada Neutrosofía. La cual es capaz de tratar la incertidumbre, la indeterminación y la información inconsistente. Los enfoques del conjunto neutrosófico son adecuados para modelar problemas con incertidumbre, indeterminación e información inconsistente en los que es necesario el conocimiento humano y la evaluación humana.

La teoría de los conjuntos neutrosóficos fue propuesta en 1998 por Florentin Smarandache, quien también desarrolló el concepto de conjunto neutrosófico de un solo valor, orientado a las aplicaciones científicas y de ingeniería del mundo real. Desde entonces, la teoría de los conjuntos neutrosóficos de valor único ha sido ampliamente estudiada en libros y monografías de introducción a los conjuntos neutrosóficos y sus aplicaciones, por muchos autores de todo el mundo. También, una revista internacional - Neutrosophic Sets and Systems comenzó su andadura en 2013.

Los conjuntos neutros de un solo valor han encontrado su camino en varios sistemas híbridos, como el conjunto neutrosófico suave, el conjunto neutrosófico rugoso, el conjunto neutrosófico bipolar, el conjunto neutrosófico experto, el conjunto neutrosófico bipolar rugoso, el conjunto neutrosófico difuso vacilante, etc. Se han desarrollado aplicaciones exitosas de los conjuntos neutrosóficos de un solo valor en la toma de decisiones de criterios múltiples y de atributos múltiples.

El presente libro muestra la aplicación de modelos neutrosóficos híbridos como apoyo a la toma de decisiones, en entornos tan variados como la psicología, la meteorología y la gestión de procesos de la administración pública.



CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS DE LA NEUTROSOFÍA Y OTROS CONCEPTOS RELACIONADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS NEUTROSÓFICOS

La mayoría de las herramientas tradicionales de modelización formal, razonamiento y cálculo, son de carácter nítido, determinista y preciso. Sin embargo, hay muchos problemas complicados en economía, ingeniería, medio ambiente, ciencias sociales, ciencias médicas, etc., que implican datos que no siempre son nítidos. Los métodos clásicos no pueden manejar con éxito la incertidumbre, porque las incertidumbres que aparecen en estos dominios pueden ser de varios tipos. Zadeh (1965) introdujo los conjuntos difusos y los aplicó en muchos campos, incluida la incertidumbre. Como generalización de los conjuntos difusos, Atanassov (1986) introdujo el concepto de conjunto difuso intuicionista. Después, Atanassov y Gargov (1989) extendieron el concepto de conjunto difuso intuicionista de valor intervalo.

Como una nueva rama de la filosofía que combina el conocimiento de la lógica, la filosofía, la teoría de conjuntos y la probabilidad, Smarandache (1999, 2005) propuso el concepto de conjuntos neutrosóficos como una generalización más de las herramientas de modelado de la incertidumbre. A diferencia de los conjuntos mencionados, un conjunto neutrosófico consta de tres funciones de pertenencia, como son la función de pertenencia de verdad, la función de pertenencia de indeterminación y la función de pertenencia de falsedad. Además, la incertidumbre presentada aquí, es decir, el factor de indeterminación, es independiente de los valores de verdad y falsedad, mientras que la incertidumbre

incorporada depende de los grados de pertenencia y no pertenencia de los conjuntos existentes.

En este capítulo se presente una breve fundamentación de la Neutrosofía, como sostén del uso de modelos neutrosóficos para la toma de decisiones, así como de otros conceptos y teorías relacionados, que serán utilizados en capítulos posteriores.

1.1 Antecedentes de la Neutrosofía

El conjunto difuso fue introducido por L. Zadeh en 1965, planteando que cada elemento tiene un grado de pertenencia la teoría clásica de conjuntos, añadiendo una función de pertenencia (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).

La función de pertenencia o inclusión μa(t) indica el grado n en que la variable t está incluida en el concepto representado por la etiqueta A. Para la definición de estas funciones de pertenencia se utilizan convenientemente ciertas familias de funciones, por coincidir con el significado lingüístico de las etiquetas más utilizadas. Las más utilizadas con mayor frecuencia son triangular, trapezoidal y gaussiana (Figura 1).

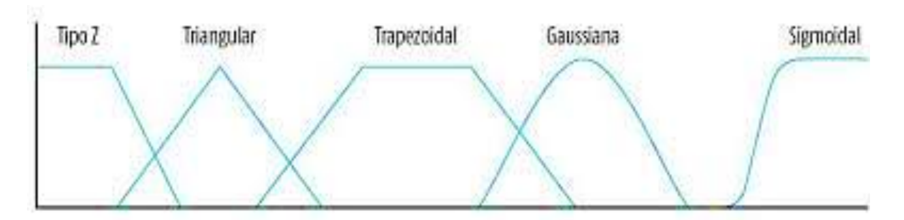


Figura 1. Representación gráfica de las funciones de pertenencia de la lógica borrosa

El conjunto difuso intuicionista (IFS) en un universo X, fue introducido por K. Atanassov (1999) como una generalización de los conjuntos borrosos, donde además del grado de pertenencia μA $(x) \in [0, 1]$ de cada elemento x a un conjunto A consideramos un grado de no pertenencia νA $(x) \in [0, 1]$, pero tal que para $x \in X$, μA $(x) + \nu A$ $(x) \leq 1$.

Otro antecedente se encuentra en Belnap (1977) quien definió una lógica de cuatro valores, con verdadero (T), falso (F), desconocido (U) y contradictorio (C). Utilizó un birretículo en el que los cuatro componentes estaban interrelacionados.

Torra y Narukawa (2009) y Torra (2010) propusieron el concepto de conjunto difuso vacilante (HFS), discutieron la relación

entre el conjunto difuso vacilante y el conjunto difuso intuicionista y mostraron que la envoltura del conjunto difuso vacilante es un conjunto difuso intuicionista. El grado de pertenencia de un elemento en el conjunto difuso vacilante incluye un conjunto de valores posibles entre cero y uno. Desde su aparición, la información difusa vacilante se ha utilizado para resolver problemas de toma de decisiones de atributos múltiples. Xia y Xu (2011) definieron algunas técnicas de agregación de información difusa vacilante y utilizaron sus prestaciones en la toma de decisiones. Basándose en la relación entre los conjuntos difusos vacilantes y los conjuntos difusos intuicionistas, propusieron las leyes teóricas de conjuntos de los conjuntos difusos vacilantes. Xu y Xia (2011) definieron una colección de medidas de distancia para los conjuntos difusos vacilantes y generaron las medidas de similitud asociadas a las medidas de distancia propuestas.

Además, Zhu et al. (2012) introdujeron los conjuntos difusos duales (DHFS) como una generalización de los conjuntos anteriores y presentaron algunas operaciones básicas de los DHFS. Los DHFS se caracterizan por dos clases de valores posibles, los grados de pertenencia y los grados de no pertenencia. Así, los DHFS incluyen los conjuntos difusos intuicionistas y los conjuntos difusos vacilantes bajo ciertas condiciones, y por lo tanto tienen los rendimientos deseables y las ventajas propias y parecen ser un método más favorable que los conjuntos mencionados debido a la consideración de mucha más información dada por los tomadores de decisiones. Singh (2013) introdujo una familia completa de medidas de distancia y medidas de similitud relacionadas para los DHFS.

Sin embargo, aunque los conjuntos anteriores pueden manejar información incompleta, no pueden expresar información indeterminada e inconsistente con funciones de pertenencia y no pertenencia. Smarandache (1997) introdujo el conjunto neutrosófico (NS) desde un punto de vista filosófico para tratar la información incierta, imprecisa, incompleta e inconsistente que existe en el mundo real. Los NS se caracterizan por su grado de pertenencia a la verdad, la indeterminación y la falsedad, que son de naturaleza independiente. Este conjunto generaliza el concepto de conjunto nítido, conjunto difuso, conjunto difuso intuicionista, conjunto paraconsistente, conjunto dialetéico, conjunto paradójico y conjunto tautológico.

La lógica neutrosófica es una generalización de la lógica difusa (LD) de Zadeh, y especialmente de la lógica difusa intuicionista (IFL) de Atanassov, y de otras lógicas. Smarandache (1997) propuso

el término "neutrosófico" porque proviene etimológicamente de la "neutrosofía", que significa conocimiento del pensamiento neutro, y este tercer / neutral representa la distinción principal, es decir, la parte neutra, indeterminada o desconocida (además de la "verdad" / "pertenencia" y "falsedad"; componentes de "no pertenencia" que aparecen en la lógica difusa / conjunto).

Desde la introducción del conjunto NS y del conjunto neutrosófico de un solo valor propuesto por Wang et al. en 2010, el modelo de toma de decisiones bajo entorno neutrosófico ha recibido mucha atención por parte de los investigadores. Muchos métodos de toma de decisiones multicriterio como el método AHP, el método TOPSIS, el método de análisis relacional gris, el método de medidas de distancia y similitud, y el método de outranking fueron desarrollados bajo entorno neutrosófico.

La ventaja de usar la Lógica Neutrosófica es que esta lógica distingue entre verdad relativa, esa es una verdad en uno o algunos mundos, y la verdad absoluta, es una verdad en todos los mundos posibles.

1.2 Conceptos Fundamentales de Neutrosofía y Números SVN

La neutrosofía, que fue propuesta por Smarandache (1997) para el tratamiento de las neutralidades. Esta ha formado las bases para una serie de teorías matemáticas que generalizan las teorías clásicas y difusas tales como los conjuntos neutrosóficos y la lógica neutrosófica.

La definición original de valor de verdad en la lógica neutrosófica es mostrado a continuación:

Sean $N = \{(T, I, F) : T, I, F \subseteq [0, 1]\} n$, una valuación neutrosófica es un mapeo de un grupo de fórmulas proposicionales a N, y por cada sentencia p se tiene:

$$v\,(p) = (T, I, F)$$

Sea U un universo de discurso, y M un conjunto incluido en U, un elemento x de U se anota con respecto al conjunto M como x (T, I, F) y pertenece a M de la siguiente manera: es t % verdadero en el conjunto, i% indeterminado (desconocido) en el conjunto, y f% falso, donde t varía en T, i varía en I y f varía en F. Estáticamente T, I, F son subconjuntos, pero dinámicamente T, I, F son funciones u

operadores que dependen de muchos parámetros conocidos o desconocidos.

Los conjuntos neutrosóficos generalizan el conjunto difuso (especialmente el conjunto difuso e intuicionista), el conjunto paraconsistente, el conjunto intuitivo, etc.

Si se considera el intervalo de unidades no estándar] – 0, 1 + [, con bordes izquierdo y derechos vagos, imprecisos. Sea T, I, F los subconjuntos estándar o no estándar de] – 0, 1 + [; la Lógica Neutrosófica (LN) es una lógica en la que cada proposición es T% verdadera, I% indeterminada, y F% falsa. -0 <= inf T + inf I + inf F <= sup T + sup I + sup F <= 3+; T, I, F no son intervalos necesarios, sino cualquier conjunto (intervalos discretos, continuos, abiertos o cerrados o semi-abiertos / semi-cerrados, intersecciones o uniones de los conjuntos anteriores, etc.).

El componente I, la indeterminación, se puede dividir en más subcomponentes para captar mejor la información vaga y, es posible obtener respuestas más precisas a los Sistemas de Respuestas a Preguntas iniciadas por Zadeh (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).

En la lógica de cuatro valores de Belnap (1977), la indeterminación se dividió en Incertidumbre (U) y Contradicción (C), pero estaban interrelacionadas.

Con respecto a la lógica difusa intuicionista En la LN no hay restricciones en T, I, F, mientras que en LDI la suma de componentes (o sus límites superiores) = 1; así la LN puede caracterizar la información incompleta (suma < 1), información paraconsistente (suma > 1).

Con el propósito de facilitar la aplicación práctica a problemas de la toma de decisiones y de la ingeniería, se realizó la propuesta los conjuntos neutrosóficos de valor único (SVNS por sus siglas en inglés) los cuales permiten el empleo de variable lingüísticas lo que aumenta la interpretabilidad en los modelos de recomendación y el empleo de la indeterminación (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).

Sea X un universo de discurso. Un SVNS A sobre X es un objeto de la forma.

$A = \{\langle x, u_A(x), r_A(x), v_A(x)\rangle : x \in X\}d$ (1.2) donde $u_A(x): X \to [0,1]$, $r_A(x), : X \to [0,1]$ y $v_A(x)$:

$X \to [0,1]$ con $0 \le u_A(x) + r_A(x) + v_A(x): \le 3$ para todo $x \in X$. El intervalo $u_A(x)$, $r_A(x)$ y $v_A(x)$ denotan las membrecías a verdadero,

indeterminado y falso de x en A, respectivamente. Por cuestiones de conveniencia un número SVN será expresado como $A = (a, b, c)$, donde $a, b, c \in [0,1]$, y $a + b + c \leq 3$.

Los números SVN han presentado múltiples aplicaciones en el campo de la Inteligencia Artificial.

La probabilidad Neutrosófica es una generalización de la probabilidad clásica y la probabilidad imprecisa, en la que la probabilidad de que ocurra un evento A es t% verdadera, donde t varía en el subconjunto T, i% indeterminado, donde i varía en el subconjunto I y f % falso - donde f varía en el subconjunto F. En probabilidad clásica n_sup <= 1, mientras que en probabilidad Neutrosófica n_sup <=3+. En probabilidad imprecisa: la probabilidad de un evento es un subconjunto T en [0, 1], no un número p en [0, 1], se supone que lo que queda es el opuesto, subconjunto F (también del intervalo de unidades [0, 1]); no hay un subconjunto indeterminado I en probabilidad imprecisa.

Mayormente la estadística clásica, realiza procesos donde la información obtenida siempre está dada, a diferencia que la estadística Neutrosófica, que permite analizar y clasificar las variables donde esa indeterminación es distinta a la aleatoriedad (Smarandache, 2014).

El intervalo de conjunto neutrosófico se deriva de la Neutrosofía y la lógica de conjuntos neutrosóficos que nos permitirá ver la relación entre las lógicas. Smarandache et al. (2006) exponen: “el conjunto neutrosófico es un poderoso marco formal general que ha sido propuesto recientemente. Sin embargo, el conjunto neutrosófico debe especificarse desde un punto de vista técnico” (Smarandache et al., 2006, p.3).

“La intersección de dos conjuntos neutrosóficos A y B es un conjunto neutrosófico C, escrito como C = A ∩ B, cuyas funciones de verdad-membresía, indeterminación-membresía y falsedad-membresía, están relacionadas con las de A y B” (Smarandache et al., 2006, p.5).

“La diferencia de dos conjuntos neutrosóficos A y B es un conjunto neutrosófico C, escrito como C = A \ B, cuya verdad-membresía, indeterminación-membresía y falsedad-membresía funciona, están relacionados con los de A y B” (Smarandache et al., 2006, p.5)

En la filosofía de la Neutrosófica existen tres elementos neutrosóficos que son independientes uno con otro según, estos elementos son las T, I, F. Estos elementos son subconjuntos que corresponden a un rango de valores entre (0 - 1). En el análisis de un problema propuesto el señor Smarandache (2018) certifica que:

"Los T, I, F como componentes independientes, dejando espacio para información incompleta (cuando su suma superior < 1), información paraconsistente y contradictoria (cuando la suma superior > 1), o información completa (suma de componentes = 1)" (p.8).

Lo mencionado anteriormente quiere decir que para la lógica neutrosófica de valor único, la suma de los componentes es:

$0 \leq t + i + f \leq 3$ cuando los tres elementos no dependen de otros;
$0 \leq t + i + f \leq 2$ cuando dos elementos no dependen de los otros, mientras que el tercero si depende de los otros;
$0 \leq t + i + f \leq 1$ cuando los tres componentes son dependientes.
Cuando tres o dos de los componentes T, I, F son independientes, uno deja espacio para información incompleta ($suma < 1$), información paraconsistente y contradictoria ($suma > 1$), o información completa ($suma = 1$).
Si los tres componentes T, I, F son dependientes, entonces de manera similar uno deja espacio para información incompleta (suma < 1), o información completa ($suma = 1$).
En general, la suma de dos elementos x e y que varían en el intervalo unitario.

[0, 1] es:

$0 \leq x + y \leq 2 - d^{\circ}(x, y)$

Donde:

$d^{\circ}(x, y)$ es el grado de dependencia entre x e y,

y $d^{\circ}(x, y)$ es el grado de independencia entre x e y.

En la actualidad el estudio de la Neutrosofía se está expandiendo a diversas áreas del conocimiento lo que permite crear metodologías nuevas teniendo como base estos conceptos originales para luego generalizarlos teniendo en cuenta todos los escenarios posibles, según lo afirma Smarandache (2018) "El conjunto neutrosófico, la lógica neutrosófica, la probabilidad neutrosófica, las estadísticas neutrosóficas, la medida neutrosófica, el pre-cálculo neutrosófico, el cálculo neutrosófico, etc. están ganando una atención significativa en la resolución de muchos

problemas de la vida real que involucran incertidumbre, imprecisión, vaguedad, estado incompleto, inconsistencia e indeterminación".

En los últimos años, los campos de la Neutrosofía se han ampliado y aplicado en diversos campos de las ciencias que existen en el universo y estos han innovado el desarrollo de estas aplicaciones, tales como: inteligencia artificial, minería de datos, soft computing, toma de decisiones en sistemas de información incompletos, indeterminados o inconsistentes, procesamiento de imágenes, modelización computacional, robótica, diagnóstico médico, ingeniería biomédica, problemas de inversión, previsión económica, ciencias sociales, logros humanísticos y prácticos.

1.3 Inteligencia Artificial y Neutrosofía

La Inteligencia Artificial (IA) ha ocupado un extenso lugar en la ciencia, tanto en el área computacional y social, permitiendo obtener resultados favorables donde ha sido introducida, con un amplio razonamiento. Peralta & Seigua (2018) afirman: "la Inteligencia Artificial proviene de la rama computacional, que permite simular procesos de inteligencia humana en sistemas informáticos. Dichos procesos que abarquen son aprendizaje, razonamiento y corrección" (pág. 51).

Más allá de facilitar las vidas humanas, los sistemas inteligentes están ayudando a resolver algunos de los mayores desafíos del mundo: tratar enfermedades crónicas, luchar contra el cambio climático y anticipar las amenazas meteorológicas. Es una de las tecnologías más estratégicas del siglo XXI y con su llegada se crearán numerosos puestos de trabajo, pero otros desaparecerán y la mayoría sufrirá transformaciones (Vázquez et al. (2018).

Una definición de Inteligencia Artificial la proponen Herrera & Muñoz (2017) como la ciencia que busca la comprensión profunda de la Inteligencia. La definición de esta capacidad, la comprensión de sus límites y alcances, así como su caracterización constituyen un problema de alta complejidad.

La Inteligencia Artificial en su campo abarca grandes categorías que le permiten definirse como la ciencia que busca reemplazar el conocimiento humano a través de técnicas de aprendizaje automático, como lo menciona Aleman (2017). En el siguiente cuadro se especifican la categoría de la Inteligencia Artificial con su respectiva descripción de cada una, para tener un criterio acerca de esta en su modo de interactuar en la ciencia.

Cuadro 1. Definición de las Categorías de la IA

Categoría	**Definición**
Sistemas que piensan como humanos	Utilizan algoritmos que simulan el comportamiento humano aplicando razonamiento y aprendizaje autónomo como las redes neurales artificiales.
Sistemas que actúan como humanos	Tratan de interactuar como humanos realizando trabajos como lo son los robots.
Sistemas que piensan racionalmente	Algoritmos lógicos que tratan de actuar como humanos estos son conocidos como sistemas expertos.
Sistemas que actúan racionalmente:	Imitar al humano como chatbots conocidos como agentes inteligentes.

Las áreas fundamentales de la Inteligencia Artificial son las siguientes:

- Representación del conocimiento y razonamiento.
- Aprendizaje automático.
- Procesamiento del lenguaje natural.
- Visión por computadoras.
- Robótica.
- Reconocimiento automático del habla.
- El Test de Turing es uno de los criterios de vida mental más debatidos y polémicos desde el punto de vista filosófico relacionado a la Inteligencia Artificial. Turing plantea que, si las máquinas logran convencer a los jueces humanos, resulta justificado creer que es inteligente y pensante, debido a su capacidad para suplantar a humanos mediante comportamiento lingüístico (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).

Un elemento importante en la Inteligencia Artificial es el aprendizaje automático. El aprendizaje automático es una rama de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo lograr que las computadoras aprendan. Existen 5 paradigmas fundamentales del aprendizaje automático:

1. Algoritmos evolutivos.
2. Conexionismo y redes neuronales.

3. Simbolismo.
4. Redes bayesianas.
5. Razonamiento por analogía.

Otra área de gran importancia y actualidad para la Inteligencia Artificial son los agentes conversacionales. Existen dos tipos de agentes conversacionales fundamentales, los llamados chatbot y los agentes virtuales.

Los agentes conversacionales responden a guiones predeterminado de dialogo y los agentes virtuales responden a preguntas más complejas, adicionalmente los primeros son distribuidos fundamentalmente por aplicaciones de mensajería. Los chatbots por su parte pueden ser definidos como robots que interactúa con usuarios a través de un chat simulando ser un operador o una persona en tiempo real, excelentes para optimizar la experiencia del usuario, gestionar pedidos y resolver sus necesidades. Un agente virtual por su parte es un asistente personal inteligente que puede realizar tareas u ofrecer servicios a un individuo generalmente controlados mediante la voz (Leyva-Vázquez, 2013).

Otra área de relevancia es la lógica difusa y la representación de la incertidumbre y su empleo para representar sistemas complejos. Los modelos causales son herramientas empleados para la ayuda a la toma de decisiones (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).

1.4 Mapas Cognitivos Neutrosóficos

Los Mapas Cognitivos Difusos (MCD) se centran en un análisis estructurado, esto permite razonar sobre los datos relacionados con el tema de una manera más precisa y distinguir cuales son los verdaderos argumentos implicados. Los mapas cognitivos difusos es una técnica creada por Kosko como una extensión de los mapas cognitivos utilizando lógica borrosa.

En la actualidad existe la necesidad de pensar desde el punto de vista de la lógica difusa ya que esta ofrece una estructura satisfactoria para el manejo de la casualidad imperfecta. La función de pertenencia permite observar de una manera gráfica lo que es un conjunto difuso, por ello hay que decidirse por elegir una función mucho más sencilla y que no sean tan complejas, "permitiendo describir la fortaleza de la relación mediante el empleo de valores difusos en el intervalo [-1,1]" (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018, p.37).

Existen tres tipos de conexiones causales que son: casualidad positiva, casualidad negativa y la no existencia de relaciones.

1. **Causalidad positiva:** Significa que cuando un elemento del mapa cognitivo difuso, hace que el grado del elemento que esta relacionándose directamente incremente (Smarandache et al., 2018, p.38).
2. **Causalidad negativa:** Significa que cuando un elemento del mapa cognitivo difuso, hace que el grado del elemento que esta relacionándose directamente disminuya (Smarandache et al., 2018, p.38).
3. **La no existencia de relaciones:** Significa que no existe relación alguna entre los elementos del mapa cognitivo. (Pérez-Teruel et al., 2015).

De forma general los MCD son una combinación de la Redes Neuronales y la lógica difusa que nos permite predecir los cambios en los conceptos representados en los mapas cognitivos. Entre sus principales bondades se encuentra la simple representación de las variables del sistema e interrelación entre ellas a través de las relaciones causales (Ricardo Pérez, 2014).

Los MCD son ventajosos porque son una buena herramienta metodológica cuando hay que trabajar con gran cantidad de variables cualitativas. Al mismo tiempo, al ser los MCD métodos híbridos entre los sistemas difusos y las redes neuronales, combinan las propiedades robustas de la lógica difusa y las redes neuronales. También juegan a favor de los MCD, la facilidad con la que se pueden cambiar las intensidades —pesos— y signos de las relaciones causales, así como lo fácil y rápido que resulta ejecutar las simulaciones. Esto último, hace que sean herramientas ideales para el desarrollo de la teoría, la formación de hipótesis y la evaluación de datos (Lorenzo Castilla, 2017).

El modelado causal resulta importante para entender el proceso de toma de decisiones, sin embargo, dada su utilidad y múltiples aplicaciones prácticas, es un área que se debe continuar su estudio (Vera-Mora et al., 2018).

Una de las ventajas de los MCD es la relativa facilidad que ofrecen para la agregación de MCD individuales. Esto permite integrar conocimientos de diferentes expertos con modelos mentales diversos, lo que facilita la toma de decisiones y especialmente la toma de decisiones en grupo (Pérez Teruel et al., 2015).

El principio de casualidad es uno de los modelos más importante

a la hora de aplicar los mapas cognitivos Neutrosóficos ya que nos proporciona un análisis y entendimiento de cómo funciona un sistema.

Según (Smarandache et al., 2018): "los modelos causales son herramientas cada vez más empleadas, para la comprensión y análisis de los sistemas complejos" (p.25). Visto desde una perspectiva diferente computacional, es necesario que tenga en cuenta que se deben adquirir modelos causales inciertos que tomen en cuenta la información en incertidumbre, pues como señala Smarandache et al. (2018) "el razonamiento causal es útil en la toma de decisiones por ser natural y fácil de entender" (p.25).

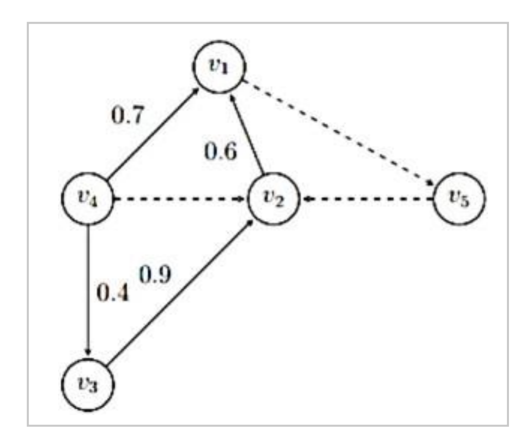


Figura 2. Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN)

El razonamiento de la Neutrosofía básicamente es una inferencia deductiva de lo que viene siendo la lógica difusa, para que un mapa cognitivo difuso sea neutrosófico basta con que por lo menos uno de sus arcos sea neutrosófico. Según (Smarandache et al., 2018) "si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico" (p.41).

En mapas cognitivos Neutrosóficos el análisis estático se basa en la elección de los conceptos esto "se realiza mediante una matriz de adyacencia teniendo en cuenta el valor absoluto de los pesos" (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018, p.58).

Teniendo en cuenta que una matriz neutrosófica, es una matriz donde los elementos a = (aij) han sido reemplazados por elementos en ⟨R ∪ I⟩, donde ⟨R ∪ I⟩ es un anillo neutrosófica entero (Kandasamy & Smarandache, 2013); un grafo neutrosófico, es un grafo en el cual al menos un arco es un arco neutrosófico (Kandasamy & Smarandache, 2003).

En la matriz de adyacencia neutrosófica, los arcos significan: 0 = no hay conexión entre nudos, 1 = conexión entre nudos, I = conexión indeterminada (desconocida si es o si no). Tales nociones no se utilizan en la teoría difusa. Si la indeterminación es introducida en un mapa cognitivo, entonces es llamado un mapa cognitivo neutrosófico, el cual resulta especialmente útil en la representación del conocimiento causal (Kandasamy & Smarandache, 2003).

El procedimiento para llevarlo a cabo es el que se muestra en la Figura 2 (Leyva-Vázquez & Smarandache, 2018).



Figura 3. Proceso del Análisis Estático

A continuación, se presenta un modelo basado en los valores absolutos de la matriz de adyacencia:

> **Outdegree** $od(v_i)$: "es la suma de las filas en la matriz de adyacencia neutrosófica. Refleja la fortaleza de las relaciones (c_{ij}) saliente de la variable" (Leyva-Vázquez and Smarandache, 2018, p.58).

$$od(v_1) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij}$$

> **Indegree** $id(v_1)$: "es la suma de las columnas. Refleja la Fortaleza de las relaciones c_{ij} saliente de la variable" (Leyva-Vázquez and Smarandache, 2018, p.59).

$$id(v_1) = \sum_{i=1}^{n} c_{ij}$$

Centralidad total (total degree $td(v_1)$: “es la suma del indegree y el outdegree de la variable” (Leyva-Vázquez and Smarandache, 2018, p.59).

1.5 Redes bayesianas

Las Redes Bayesianas (RB) es una gráfica que representa el dominio de las variables de decisión, las relaciones cuantitativas y cualitativas resultante de estas representan medidas de probabilidad. Su forma gráfica brinda la posibilidad de representar de una manera visual complicados razonamientos probabilísticos. Permite manejar incertidumbre en sistemas expertos mediante grafos dirigidos a cíclicos que codifican las relaciones de dependencia/independencia, estos grafos definen el modelo probabilístico con las mismas dependencias por medio de una factorización mediante el producto de varias funciones de probabilidad (Trueba, 2013).

Las redes bayesianas (RB) permiten seleccionar solo variables que tienen relaciones causales para el cálculo de las probabilidades condicionadas (Teruel, 2013).

Es importante considerar las definiciones y notaciones propias de las Redes Bayesianas.

Probabilidad conjunta

La probabilidad conjunta especifica la probabilidad de cada combinación posible de estados de cada variable que intervienen en el desarrollo de la Red Bayesiana.

Probabilidad condicional

La probabilidad condicional interpreta como una implicación especial, que es lo característico del razonamiento probabilístico, entendiéndose que si A es verdadero, entonces B tiene una probabilidad se ser verdadero.

Probabilidad a priori

Se define como la probabilidad de una variable en ausencia de evidencia o en carencia de un nodo padre consecuente.

Probabilidad a posteriori

Se define como la probabilidad de una variable condicionada a la existencia de una determinada evidencia.

Inferencia

Se asigna inferencia a la acción de calcular la probabilidad de cada estado de un nodo en una Red Bayesiana cuando se conocen los valores que toman otras variables de la red. Para elaborar la

inferencia en la red es necesario estudiar primero como se propaga el conocimiento en la red, esto es dadas las observaciones de otras variables, como se actualizan las distribuciones del resto de las variables de la red (Sucar, 2012).

La inferencia bayesiana es una filosofía que puede entender la opinión humana establecida por la ignorancia e incertidumbre se debe utilizar como herramienta de cálculo a la probabilidad de presentar fortalezas a lo que se pretende y adopta la experiencia vivida en la forma de probabilidad a priori, con datos observados, para poder interpretar y arribar una probabilidad a posteriori la inferencia no garantiza que se alcance a la respuesta verdadera, pero puede proporcionar la probabilidad de que la cantidad de respuestas que tenemos como alternativas sean verdaderas. Luego se puede utilizar esta información para hallar la respuesta que probablemente sea la correcta. Esto quiere decir, que se tiene un sistema de especie de prevención basada en información (López R., 2017).

Aprendizaje automático de la red bayesiana

Si la base de conocimientos de un sistema experto que constituye la red bayesiana puede ser construida, según la opinión de los expertos o bien según la información de la que se parta o teniendo en cuenta ambas cosas (Grau et al., 2014).

A medida que se va añadiendo la información, la estructura bayesiana se va modificando con parámetros a través de un proceso de aprendizaje.

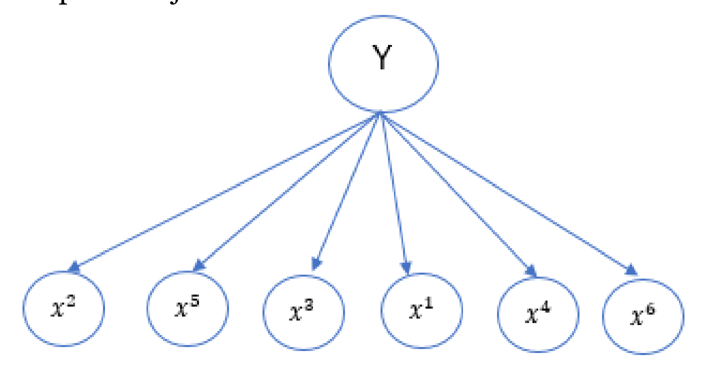


Figura 4. Caso Práctico de Implementación de Red Bayesiana

Cabe destacar, que han sido propuestos diversos algoritmos como el aprendizaje de red bayesiana simple aumentada en el árbol

(TAN) y la red bayesiana simple aumentada estructurada (SAN).

El algoritmo TAN construye una red bayesiana, en donde la variable clase no tiene padres y los atributos de entrada tienen como padres la clase y como máximo otro atributo más de entrada (Figura 5). Para seleccionar el atributo padre Z de un atributo se utiliza como medida de información la llamada información mutua condicionada de x y z dada la clase y: Se trata de una medida de grado de independencia condicional de x y z dada la clase y: I (x, z | y) (Grau et al., 2014).

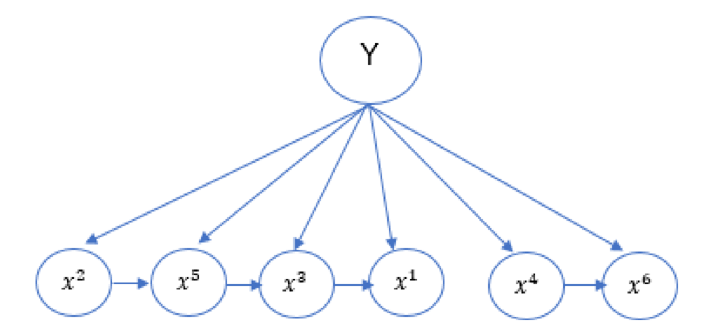


Figura 5. Caso Práctico de Implementación de Red Bayesiana TAN

Por otra parte, el algoritmo SAN, permite las construcciones de las estructuras menos restrictivas. Se caracterizan por que la clase no tiene padres y los atributos pueden tener como padres además de la clase, cualquier número de entrada, siempre que no haya ciclos dirigidos, ya que la estructura de una red bayesiana es siempre una GDA (Figura 6).

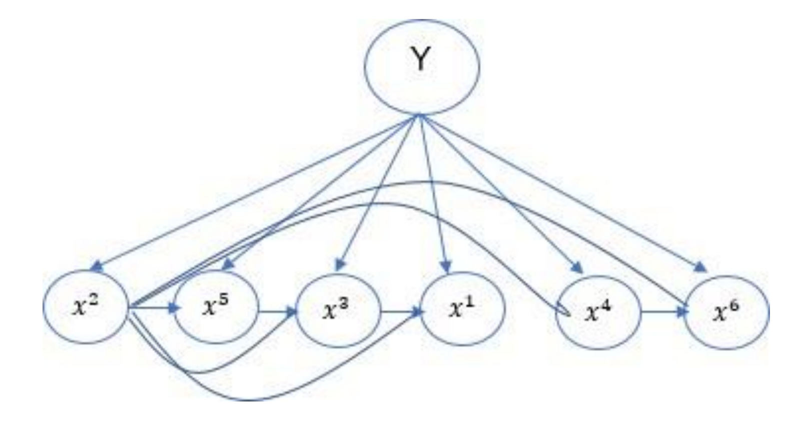


Figura 6. Caso Práctico de Implementación de Red Bayesiana SAN

Sin embargo, cuanta más compleja sea la estructura, es decir cuantos más arcos existan en una estructura SAN, mayor será el riesgo de sobreajuste, es decir el riesgo de la estructura aprendida clasifique bien los casos usados para el aprendizaje, pero tenga una baja eficiencia para casos nuevos.

Componentes de una red bayesiana

Las redes bayesianas son herramientas que permiten modelar sistemas complejos bajos incertidumbres. Según (Ropero et al., 2014) define como un modelo estadístico multivalente para una serie de variables $X = \{X1, \ldots, Xn\}$ que forman dos componentes:

Componente Cualitativo: Compuesto por una serie de nodos conectados entre sí mediante relaciones direccionadas, donde los ciclos no están permitidos (Figura 6). En el caso de las redes bayesianas, cada nodo representa una variable en el modelo y los arcos entre nodos codifican relaciones dependencias /independencia entre las mismas (Figura 7) (Ropero et al., 2014).

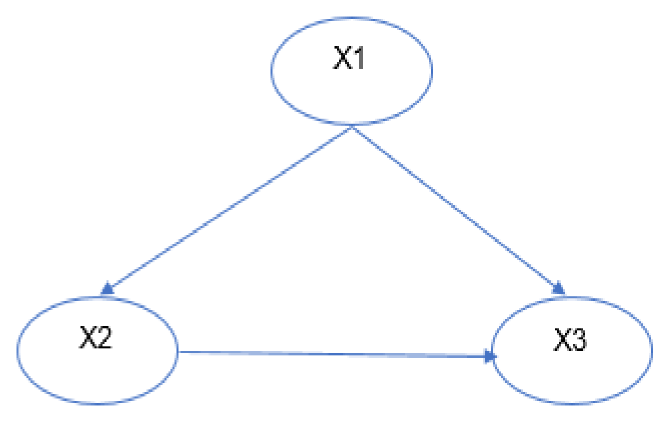


Figura 7. Caso Práctico de Implementación de Red Bayesiana con tres variables

Componente cuantitativo: Son distribuciones de probabilidad condicionada de cada variable (Xi) dado a sus padres ($pa(Xi)$) en el grafo expresado mediante tablas de probabilidad en el caso de variables discretas y funciones de densidad para las continuas.

El tratamiento de las variables continuas aporta informaciones detalladas. El valor de las probabilidades de las variables discretas viene dado por cada una de las categorías de la variable. En cambio, las variables continuas son expresados mediante funciones de densidad a partir de las cuales, es posible calcular cualquier estadístico o probabilidad de interés (Ropero et al., 2014).

1.6 Heurística y AHP difuso

En la resolución de problemas la Heurística es un método que facilita la innovación de nuevas estrategias que se enfocan en descubrir soluciones que brinden, beneficio que permita visualizar un camino, como lo indica (Goldenberg, 2017) dice: "La búsqueda Heurística es un método general de resolución de problemas en Inteligencia Artificial se utiliza en muchos campos incluido la robótica problemas de satisfacción de restricción entretenimiento digital, multiagente búsqueda de caminos rompecabezas, planificación automatizada" (pág. 1).

La búsqueda Heurística facilita obtener resultados, favorables mostrando caminos cortos utilizando algoritmos existentes, creando nuevos procedimientos que permitan de manera agiles, llegar a un rendimiento eficaz cada vez se implementan nuevas técnicas para desarrollar diferentes algoritmos que permitan comparar su forma de procesar con algoritmos existentes (Varvarigos & Christodoulopoulos, 2014) afirman: "Una Heurística se adapta típicamente a un problema y construye la solución de una manera sofisticada eso es problema específico Heurística codiciosa es una clase que es ampliamente utilizada en problemas de optimización" (pág. 685).

Los métodos de las Heurísticas permiten disminuir significativamente los procesos computarizados, los beneficios que brindan las Heurísticas son tales como conocimiento y aprendizaje, consiste en crear soluciones eficaces con algoritmos ya sean matemáticos, al usar diseños Heurísticos en cada tipo de problema permitirá disminuir su impacto, ampliando sus probabilidades de encontrar óptimos resultados, adaptando a cada uno un algoritmo estratégicamente planteado las Heurística busca todas las resoluciones planteadas y selecciona la más adecuada para empezar a realizan procesos recíprocos y así separar de cada análisis los procedimientos que hayan dado un óptimo resultado, dando a mostrar una minimización o ya sea una maximización del objetivo en el que se está aplicando (Varvarigos & Christodoulopoulos, 2014).

Los Modelos Heurísticos a través de los algoritmos realizan un recorrido, de cada problema y subproblema con la finalidad de obtener las fallas que causa el proceso, de una determinada tarea la principal función, de estos algoritmos es encontrar una solución ecuánime al proceso que están realizando, la Heurística esta definidas por algoritmos heurísticos estos trabajan de tal forma que

escogen diferentes candidatos para hacer pruebas ya que cada candidato no interactúa de la misma forma, como lo indica (Campallay & Meléndez, 2015)dicen: ”Aprendizaje Heurístico no se desliga del constructivista, potenciador de los procesos de indagación y construcción, el cual estimula habilidades como, creatividad, investigación, reflexión crítica y trabajo colaborativo” (pág. 5).

Las Meta Heurísticas son implementadas en algoritmos de Heurísticas ya creadas realizando un nuevo diseño y dar soluciones, se realiza mediante parámetros que son, proporcionados por el usuario (Varvarigos & Christodoulopoulos, 2014) dicen que la Meta Heurística: “Define una representación o codificación de una solución, la función de costo que mapea la representación al costo objetivo (usando, por ejemplo, un algoritmo heurístico) y el procedimiento iterativo que se utiliza para obtener nuevas soluciones” (pág. 685).

La Meta Heurística son procesos con técnicas que permiten realizar un desarrollo eficaz, debido a que se centran en aplicar avanzados métodos que permiten obtener una optimización del problema, a través de la definición de un marco de una Heurística ya existente, normalmente utilizan algoritmos genéticos, de evolución, de colonia y simulación y modelos matemáticos, mediante el proceso de búsqueda aplica el método más eficiente para poder dar solución a un problema de difícil optimización y brindar una toma de decisión más acertada, la Meta-Heurística es implementada en diferentes empresas para toma de decisiones muchas de estas al utilizarlo lo aplican usando el lenguajes de programación como es c++.

La forma de expresarse de los seres humanos puede tener ciertas reglas lingüísticas vagas en la cual es difícil tomar una decisión ante una incertidumbre dada (Hormaza & Cumbicus,2017) afirman: “Básicamente la Lógica Difusa es una lógica multivariada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento” (pág. 7) muchas palabras son imposible ser comprendidas por computadoras ya que frio, tibio, caliente no tiene clara las fronteras ni definiciones por este motivo para diseñar un modelo computacional es necesario, especificar rangos que definan estas palabras.

En muchas situaciones profesionales, los expertos se enfrentan a un conjunto determinado de alternativas entre las que deben elegir, por ejemplo, al seleccionar un proveedor o una tecnología. Este tipo de problema de decisión es intuitivo cuando se considera

un único criterio, ya que los expertos pueden elegir la alternativa de mayor preferencia. Se complica cuando hay múltiples criterios. A menudo, estos criterios no tienen la misma importancia y las alternativas tienen un rendimiento muy variado. Se necesitan métodos formales para garantizar un medio estructurado de tomar decisiones.

El modelo AHP propuesto por Saaty (1980) se ha aplicado ampliamente para evaluar alternativas multicriterio complejas en diversos campos (Subramanian y Ramanathan, 2012; Emrouznejad y Marra, 2017). Supera por su facilidad de uso, la estructuración de los problemas de forma sistemática y el cálculo tanto de las ponderaciones de los criterios como de las prioridades de las alternativas. Como metodología popular para manejar la imprecisión, los conjuntos difusos propuestos por Zadeh (1965) se combinan con el AHP, a saber, el AHP difuso o FAHP. Este método integrado mantiene la ventaja del AHP y se ha aplicado ampliamente (Mardani et al., 2015). El procedimiento de construcción de un modelo AHP difuso sigue el establecimiento de la matriz de comparación, la agregación de múltiples juicios, la medición de la consistencia y la defuzzificación de los pesos difusos.

El gráfico de la figura 8 es un modelo jerárquico que permite definir cada criterio y subcriterio, donde las variables son escogidas de acuerdo con el problema que se está investigando y se establece qué debe cumplir para que cada criterio sea eficaz.

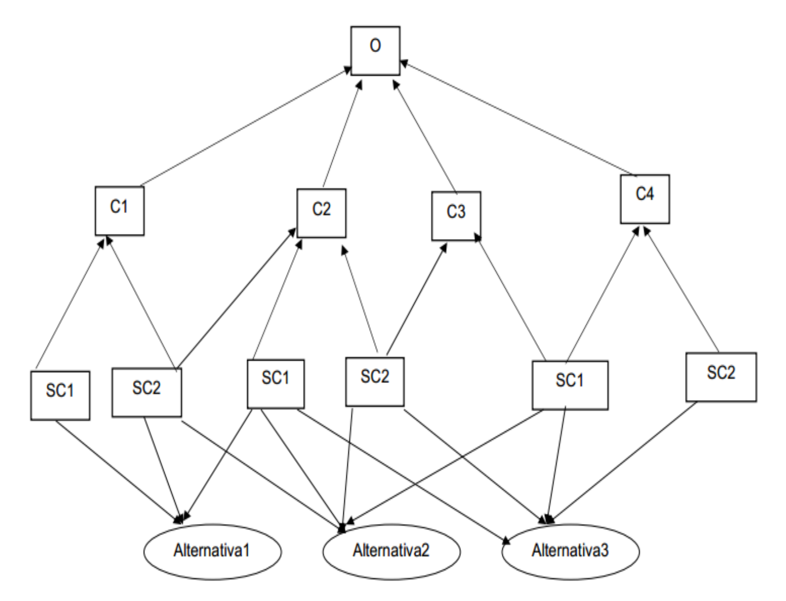


Figura 8. Diseño Jerárquico de nivel de importancia de las variables a evaluar

El método AHP Difuso permite definir e identificar el problema que se desea mejorar, este análisis, se lleva a cabo mediante la evaluación de alternativas y criterios, que pueden ser tangibles o intangibles. Russo & Comanho (2015) afirman: "AHP Difuso tiene analíticamente en su nombre, porque separa la entidad abstracta en sus elementos constituyentes, el método es importante debido a su capacidad para medir y sistematizar la multitud de factores en una jerarquía" (pág. 1124).

Las funciones que usa el método AHP Difuso para realizar su respectiva evaluación, que le permitan crear jerarquía correcta son los siguientes puntos: 1) Estructurar la complejidad; 2) Medición y 3) Síntesis.

La Estructura de Complejidad es una de las grandes virtudes del método ya que permite establecer un objetivo a realizar de una manera sencilla lo hace a través de la desfragmentación del problema en partes siempre y cuando mantengan relación con el problema de inicio evitando que se desvincule el objetivo principal por el cual es creado para su implementación (Veitia, Montalvan, & Martinez, 2014).

Una toma de decisión acertada que utiliza técnica de complejidad donde se van a realizar una o varias acciones de tal modo que su proceso se efectuaran de manera independiente es, necesarios la aplicación de fórmulas estadísticas para obtener valores probabilísticos (Escobar, 2015).

La función de medición su principal objetivo es de especificar cada criterio que va ser evaluado, a través de esta especificación se podrá cubrir las necesidad del problema, junto a sus subcriterio. Según Vaitia et al. (2014): "el AHP Difuso permite realizar mediciones de criterio tanto subjetivos como objetivos a partir de estimaciones numéricas, verbales o gráficas, permitiendo manejar el método de una manera fácil lo cual asignan una gran flexibilidad" (pág. 4).

El objetivo de la Síntesis es desfragmentar el problema de cada nivel dado, jerárquicamente serán secuenciados de acuerdo a su rango y dependencia de su nivel antecesor a su sucesor para analizar cada uno. Veitia, Montalvan, & Martinez (2014) mencionan: "el enfoque de AHP Difuso es totalmente sistemático ya que aunque analiza las decisiones a partir de la descomposición jerárquica en ningún momento pierde de vista el objetivo general" (pág. 4).

Cuando se vaya a realizar una decisión debe ser totalmente planteada conocer el problema, la necesidad y el propósito estas decisiones tiene diferentes criterios que pueden ser tangibles e

intangibles, por lo tanto, los intangibles no hay manera de medirlos los procesos jerárquico es la manera de clasificar los criterios que se van a evaluar según su importancia para realizar una adecuada jerarquía se plantea 6 procesos necesarios para obtener los valores indicados de cada uno de estas.

1. Definir el Problema y determinar el tipo de conocimiento buscado.
   En este paso se busca todos aquellos problemas que están siendo imprecisos de tal manera puedan ser controlados mediante un proceso específico para dar solución, por este motivo es importante tener claro por qué se ha tomado la decisión para definir los factores necesarios para determinar el problema no es importante tener un orden ya que, pueden ser nombrados los requerimientos de manera aleatoria tanto en tiempo y variables enfocadas en la toma de decisión (Mejía, Agudelo, & Soto, 2014, pág. 100).

2. Estructurar la Jerarquía de Decisiones.
   Esta estructura se basa verificándola desde arriba con el fin de realizar la decisión adecuada, empieza un análisis desde una extensa incertidumbre una vez que se haya definido el problema específico, se puede analizar ya sea desde arriba hacia abajo o viceversa este proceso es más parecido a un recorrido de árbol una vez ya concluida la lista de elementos, se debe considerar que para realizar una estructura jerárquica se define por los atributos personales tanto en iniciativa, flexibilidad y creatividad, por conocimientos de puestos o por necesidad de problema (Russo & Comanho, 2015, pág. 1124).

3. Construir matrices para calcular un conjunto de comparaciones por pares.
   Permite evaluar cada elemento de nivel superior con los elementos de nivel inferior. Por lo tanto, para realizar esta comparación cada nivel debe tener su propia matriz, por tal motivo se debe tener claro que muchas veces un elemento tiene mayor control en otro elemento estas matrices permiten mediante la comparación apareada mostrar los elementos de acuerdo con su grado de importancia (Mejía, Agudelo, & Soto, 2014).

4. Calcular el peso relativo de los elementos para cada nivel a través de estos pasos para cada uno de los niveles.

Agregar el valor de columna para normalizar la matriz. En la matriz normalizada, sumar las líneas para tener la relativa prioridad de los criterios. Evaluar las consistencias en la matriz con resultados obtenidos para comparar de forma aleatoria según la matriz. Indicar que para cada proceso se deben realizar los pasos antes mencionados. Todos los valores que han sido obtenidos reciben una matriz que maneja una aplicación de prioridad calculada. Se agregan cantidades obtenidas para obtener el valor final.

5. Verificación y Balance de Decisiones
Esta es una de las etapas donde es importante comprobar si lo obtenido del uso de AHP Difuso son funcionales con las incertidumbres y si da errores en necesario revisar el antecesor de este por lo tanto el balance de decisión se basa a los resultados de su proceso antecesor este proceso debe complementarse para unificar los elementos y los criterios no identificados este paso debe cumplir las expectativas requeridas.

6. Documentación de la Decisión
En este proceso se debe tener justificado el por qué se toma cada decisión que llevaron a tomar un cambio de técnica para solucionar un problema, este informe facilitara en el futuro evitar el mismo error por lo cual se debe registrar cada uno de los pasos que se han realizado en busca de resolver el problema, su eficiencia se basa en que facilita a terceros tomar decisiones adecuadas, por lo tanto se considerado como un documento de mejora continua al brindar información necesaria a futuro facilitando la toma de decisiones (Russo & Comanho, 2015, pág. 1125).

El AHP Difuso también maneja el aprendizaje y razonamiento automatizado mediante procesos matemáticos. Según Zhu, (2014): "la teoría de conjuntos y la lógica matemática del AHP Difusos Saaty en los años 1972,1977 y 1980 desarrollo el proceso de la jerarquía analítica sobre la base de cuatro axiomas relativamente simples" (pág. 214). Los axiomas son: 1) Juicios Reciproco; 2) Comparaciones homogéneas; 3) Estructuras de redes jerárquicas y 4) Síntesis.

Según el axioma de Juicio recíproco, el decisor tiene que tener la capacidad de realizar, comparaciones y establecer las necesidades que permitan abarcar cada una de las condiciones de reciprocidad

para todos los juicios aji sus juicios recíprocos aji satisfacer sus relaciones (Romer, Romero, & Cuadrado, 2017, pág. 51).

a_{ji}= 1/ a_{ji}

Esto también se puede decir que es lo mismo a_{ji} a_{ji} =1
Para los números difusos triangulares se maneja la siguiente.

$$\breve{a}ji\ {}^*\breve{a}ji = (l1, m1, u1)^* \left(\frac{1}{u1}\frac{1}{n1}\frac{1}{l1}\right) \sim \left(\frac{l1}{u1}\ 1\ \frac{u1}{l1}\right) \neq (1,1,1)$$

Y para los números borrosos trapezoidales tenemos.

$$\breve{a}ij\ {}^*\breve{a}ji = (\alpha\ 1/\beta 1, \gamma 1/\delta 1)^*\ \ (\delta_1^{-1}{}_{/\gamma_1^{-1}}\ /\beta_1^{-1}\ /\alpha_1^{-1}\ )$$

$$= \left(\frac{\alpha\ 1}{\delta 1}\ /\frac{\beta 1}{\gamma 1}\frac{\gamma 1}{\beta 1}\ /\ \frac{\delta 1}{\alpha\ 1}\right) \neq (1,1,1,1)$$

Según el Axioma de Comparaciones homogéneas, dado el juicio X, Y, Z tal que manera que los elementos que se comparan deben de ser del mismo tamaño jerárquico.

X> Y> Z, existe una probabilidad P en (0,1)
Y-p X +(1 -p) z

Acorde con el axioma de Estructuras de redes jerárquicas, se establece una dependencia en los elementos de dos niveles consecutivos en la jerarquía y dentro de un mismo nivel. El Axioma de Síntesis no depende de ningún elemento de otro nivel.

Los axiomas ayudan a sustentar la manera de parear las matrices de acuerdo con sus criterios. La matriz de criterios para considerar las prioridades tiene la forma siguiente:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a12 & a1n \\ a21 & 1 & a2n \\ an1 & an2 & 1 \end{pmatrix} \qquad A = \begin{pmatrix} 1 & a12 & a1n \\ 1/a12 & 1 & a2n \\ 1/a1n & 1/a2n & 1 \end{pmatrix}$$

Usando el vector de criterios donde m es cada criterio y p el valor de prioridad tenemos la matriz ponderada.

Criterio 1	P' 1
Criterio 2	P'2
Criterio 3	P' m

A continuación, se procede a la matriz de comparación la que muestra como P determina la prioridad de las alternativas.

	Criterio1	Criterio2	Criterio m
Alternativa 1	P11	P12	P1m
Alternativa 2	P21	P22	P2m
Alternativa n	Pn1	Pn2	Pnm

Por último, se obtiene el vector resultante de la ponderación de la matriz de prioridades y el vector de prioridades de criterio donde Pg es la prioridad global:

P11	P12	P1m	P'1	Pg1
P21	P22	P2m	P´2	Pg2
Pn1	Pn2	Pnm	P'm	Pgn

Los Modelos AHP Difusos permiten analizar diferentes multicriterio para poder escoger una opción adecuada para la toma de decisión evalúan una gran cantidad de veces hasta escoger la opción necesaria donde se cumpla que C1>C2>C3>C4>C1

Escobar (2015) afirma: "la metodología AHP Difuso permite comparar aspectos de carácter cualitativo y cuantitativo mediante una escala que determina en qué medida contribuye, esta escala asigna números que van desde el 1 al 9, dependiendo la importancia

de un elemento frente a otro" (pág. 361).

La siguiente fórmula permite obtener el índice de consistencia de la ponderación en la matriz.

$$CI = \frac{Max - n}{n - 1}$$

Una vez encontrado la consistencia lógica se obtiene, la relación de índice

RI = Suma de cada criterio *el valor del promedio individual

Mediante la siguiente formula se procede a realizar la relación de consistencia lógica. Donde RC< 0.1

$$RC = \frac{CI}{RI}$$

El cuadro 2 muestra la escala, para la comparación entre pares, donde los valores intermedios serán considerados como igual y moderadamente preferidos.

Cuadro 2. Representación Gráfica de Valoración e Importancia dada por la Escala de Saaty

Escala verbal o preferencia	**Evaluación numérica**	**Explicación**
Igualmente	1	Los dos factores contribuyen equitativamente
Moderado Preferido	3	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente a un factor
Fuertemente preferido	5	La experiencia y el juicio favorece claramente a un factor
Muy fuertemente preferido	7	La experiencia y el juicio favorecen muy ampliamente a un factor. Dicha importancia es demostrada en la práctica
En extremo preferido	9	Existe evidencia de validez comprobada favoreciendo a uno de los factores.

Escala verbal o preferencia	Evaluación numérica	Explicación
Valores intermedios	2,4,6,8	Se usa como compromiso entre evaluadores con juicios diferentes.
Si a la actividad i se le ha asignado uno de los números distintos a cero mencionados cuando se comparan con j entonces j tiene recíproco cuando se le compara con i		Reciproco

Fuente:(Huamani & Eyzaguirre, 2015).

El método AHP Difuso permite definir una matriz para cada elemento que se vaya a comparar, seleccionado los elementos de acuerdo con su necesidad, permitiendo tomar una decisión adecuada, brindando un enfoque al problema definido utilizando las herramientas específicas que permitan englobar la falla y secuenciarlas y buscar algunas posibles soluciones para tomar una decisión que visualice una solución sin que haya un riesgo en ningún nivel al manejarla, para poder determinar cada nivel.

“El AHP Difuso ayuda a establecer el nivel de importancia entre los criterios y subcriterio definidos para la selección a partir de comparación cualitativa entre ellos, que posteriormente se traslada a una escala numérica que permite realizar los cálculos matemáticos” (Urbano, Muños, & Osorio, 2016, pág. 38).

En general la metodología AHP Difusa utiliza las funciones más conocidas para poder obtener resultados específicos al momento de tomar una decisión manejando diferentes funciones. “Esta variante consiste en incorporar los números difusos o triangulares a la técnica AHP tradicional específicamente, se utilizan los números Difusos para indicar la importancia relativa que un factor de jerarquía tiene sobre otro, y así construir las matrices de comparaciones con números triangulares” (Yajure, 2015, pág. 257).

Las variables lingüísticas son utilizadas en el método AHP Difuso que permiten obtener resultados al que se va a someter el problema a investigar, tomado como referencia el juicio de expertos, o experiencia ya antes expuestas, las variables permitirán dar valores tangibles que facilitaran la toma de decisión, ya sea a un plazo especificado por su peso dado, estas variables categorizan el

valor como lo indica (Diaz, Molina, & Navarrete, 2017) dicen: “Permiten al decisor identificar con mayor amplitud a que categoría pertenece con mayor inclinación el indicador y a que categoría de calificación pertenece con menor inclinación el resultado” (pág. 1678).

Almaguer et al. (2014) afirman que las variables lingüísticas son “variables cuyos valores no son números, sino palabras u oraciones en un lenguaje natural o artificial” (pág. 5).

Los símbolos usados para una variable lingüística son los siguientes:

Términos primarios: “alto”, “bajó”, “bueno”. Modificadores: “muy alto”, “muy bajo”, “muy bueno”. Conectores Lógicos: “and, OR, not”.

Las variables de entradas serán las mismas de salida convertidas por la Lógica Difusa (LD) definiendo, aquellos requerimientos que se busca mejorar / o conocer el punto de fallas de un problema, al que se debe tomar una decisión para llegar a una solución, a través de estas se puede verificar que porcentaje de incertidumbre es el que se desea mejorar, una vez que se tenga definido el nivel de importancia de cada una se procederá analizar, con juicio de expertos para valorar su importancia al realizar las diferentes matrices de comparación se realiza técnica de ponderación y procedimientos, de modelos matemáticos que transforman la información de una manera entendible en un lenguaje natural (Almaguer, Peréz, & Perèz, 2014, pág. 5).

El siguiente gráfico muestra cómo se realizan la transformación de una variable de entrada definiendo el grado de pertenencia comparando criterios por pares, para obtener una sola matriz de variables de Lógica Difusa (LD).

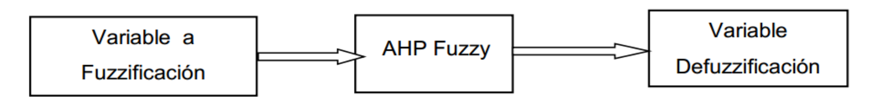


Figura 9. Transformación de una variable aplicando el método AHP Difuso

A continuación, se detalla un ejemplo de variables lingüísticas, se debe tener en cuenta que las variables son dependientes al trabajo que se vaya a evaluar según las necesidades del problema, de tal manera deben de ser seleccionadas de acuerdo con su objetivo a medir, según su influencia.

Cuadro 3. Definición de los Criterios Según el Juicio de Experto de Saaty

Variable lingüística	**Peso**
Excelente	(1 entre 9)
Muy Bueno	(1 entre 9)
Bueno	(1 entre 9)
Malo	(1 entre 9)
Muy malo	(1 entre 9)

El método AHP Difuso fue creado con la finalidad de ayuda a la toma de decisiones multicriterio, por lo tanto, es considerado como el método de estudio de problemas de toma de decisiones multicriterio, ya que muestra las soluciones adecuadas, para obtener la más idónea de acuerdo con el criterio de experto.

Este método incluye datos tangibles e intangibles, siendo los tangibles aquellos problemas, que pueden ser palpables, mientras que los intangibles son problemas realmente, difíciles de visualizar, como problemas mentales. Por esta razón el método AHP Difuso, en la toma de decisiones multicriterio, trabaja de manera jerárquica clasificando, en tres niveles, también se pueden aumentar niveles pero siempre y cuando cada nivel tenga dependencia de su antecesor, el método se basa en criterios de expertos, tanto en valoración y alternativas dadas a través de juicios de expertos, con esta metodología Saaty busca unificar ambos atributos ya que de tal forma que no se pueden cuantificar los datos intangibles si se les puede dar un grado de importancia para identificarlos (Claver & Pérez, 2017, pág. 3).

El AHP Difuso permite comparar los criterios y subcriterios para poder realizar una debida clasificación, de acuerdo con su importancia, al relacionar los datos obtenidos de manera cualitativa, los modificara a modo numérico para proceder hacer el diseño matemático usando la sistematización, el método AHP Difuso prioriza de una manera jerárquica la información para luego diseñar una estructura que organice cada paso de acuerdo a su relevancia (Andrade, Rodriguez, & Dasilva, 2015, pág. 716).

A continuación, se mostrará en la Figura 10, un ejemplo de un Modelo AHP Difuso para determinar la importancia de cada nivel y poder priorizar y mediante el diseño planteado se podrá manejar los datos obtenidos para llegar a una conclusión.

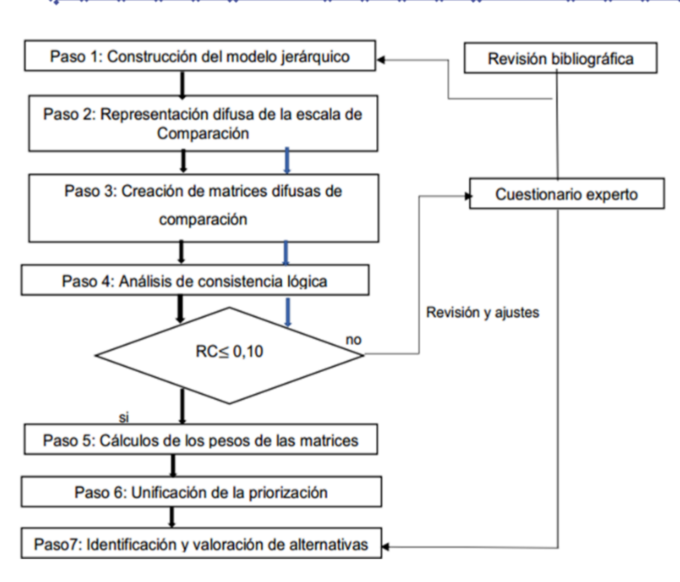


Figura 10. Aplicación del Modelo AHP Difuso para Definir los Pasos en un Problema de Toma de Decisiones

Fuzzificación: Permite obtener los valores que ingresarán a los conjuntos difusos y así determinar su rango de asignación de acuerdo con su valor entrante siendo fuzzificada y así cada valor se deberá realizar el mismo proceso para verificar su función de pertenencia.

Defuzzificación: AHP Difuso la consistencia se refiere a la congruencia de los juicios y relaciones establecidas por los expertos, a través de proceso de comparación por pares, en el caso del AHP Difuso, por tal motivo antes de realizar el análisis, es necesario que las matrices sean transformada de difusas en matrices de números reales o nítidos, para este cálculo se debe utilizar el método de Defuzzificación, que indica que un número difuso triangular denotado de la forma M=(l, m, u) puede convertirse en un valor real con la siguiente ecuación (Urbano, Muños, & Osorio, 2016, pág. 40).

$$Mreal = \frac{l + 4m + u}{6}$$

Una vez realizada la Defuzzicación en las matrices se verifica que no haya inconsistencia de tal manera que se debe repetir el proceso realizado con juicio de experto.

Los modelos matemáticos permiten obtener una respuesta, sin error a fallas AHP Difuso utiliza el modelo matemático para la selección de un individuo.

1.7 Redes neuronales

Las redes neuronales artificiales (RNA) se han utilizado en los últimos años para dar soporte a aplicaciones de diversas disciplinas empresariales y científicas. Estos modelos computacionales de la actividad neuronal en el cerebro se definen e ilustran mediante algunos breves ejemplos. Los diseñadores de redes neuronales suelen llevar a cabo una amplia ingeniería del conocimiento e incorporan a las RNA una cantidad significativa de conocimiento del dominio. Una vez seleccionadas las variables de entrada presentes en el vector de entrada de la red neuronal, hay que adquirir datos de entrenamiento para estas variables con valores de salida conocidos. Investigaciones recientes han demostrado que los conjuntos de entrenamiento más pequeños producen redes neuronales de mejor rendimiento, especialmente para aplicaciones de series temporales (Carrupt Machado et al., 2019).

Las redes neuronales artificiales (a veces denominadas simplemente redes neuronales o modelos conexionistas) proporcionan un medio para tratar problemas complejos orientados a los patrones, tanto de categorización como de series temporales (análisis de tendencias). La naturaleza no paramétrica de las redes neuronales permite desarrollar modelos sin tener ningún conocimiento previo de la distribución de la población de datos o de los posibles efectos de interacción entre las variables, tal y como exigen los métodos estadísticos paramétricos habituales.

Por ejemplo, la regresión múltiple requiere que la variable de error de la ecuación de regresión se distribuya normalmente (con un $\mu=0$) y que no sea heteroscedástica. Otra técnica estadística que se utiliza con frecuencia para realizar la categorización es el análisis discriminante, pero éste requiere que las variables predictoras estén distribuidas normalmente de forma multivariable. Dado que estos supuestos se eliminan de los modelos de RNA, la facilidad para desarrollar una solución a un problema de dominio aumenta con las redes neuronales artificiales. Otro factor que contribuye al éxito de las aplicaciones de las RNA es su capacidad para crear modelos no lineales, además de los modelos lineales tradicionales, por lo que las soluciones de las redes neuronales artificiales son aplicables a una gama más amplia de tipos de problemas (tanto lineales como no lineales).

Las redes neuronales artificiales son una tecnología basada en los estudios del cerebro y el sistema nervioso. Estas redes emulan una red neuronal biológica, pero utilizan un conjunto reducido de

conceptos de los sistemas neuronales biológicos. En concreto, los modelos de RNA simulan la actividad eléctrica del cerebro y del sistema nervioso. Los elementos de procesamiento (también conocidos como neurodos o perceptrones) están conectados a otros elementos de procesamiento.

Normalmente, los neurodos están dispuestos en una capa o vector, y la salida de una capa sirve de entrada a la capa siguiente y posiblemente a otras capas. Un neurodo puede estar conectado a todos los neurodos de la capa siguiente o a un subconjunto de ellos, y estas conexiones simulan las conexiones sinápticas del cerebro, simulan la excitación eléctrica de una célula nerviosa y, por consiguiente, la transferencia de información dentro de la red o el cerebro. Los valores de entrada a un elemento de procesamiento, in, se multiplican por un peso de conexión, wn,m, que simula el fortalecimiento de las vías neuronales en el cerebro.

Todos los valores de entrada ajustados por peso a un elemento de procesamiento se agregan entonces utilizando una función de vector a escalar como la suma (es decir, y =wxij i), el promedio, el máximo de entrada o el valor de modo para producir un único valor de entrada al neurodo. Una vez calculado el valor de entrada, el elemento de procesamiento utiliza entonces una función de transferencia para producir su salida (y, en consecuencia, las señales de entrada para la siguiente capa de procesamiento). La función de transferencia transforma el valor de entrada del neurodo. Normalmente, esta transformación implica el uso de una función sigmoidea, hiperbólica-tangente u otra función no lineal. El proceso se repite entre las capas de elementos de procesamiento hasta que la red neuronal produce un valor de salida final, on un vector de valores.

En teoría, para simular la actividad asíncrona del sistema nervioso humano, los elementos de procesamiento de la red neuronal artificial también deberían activarse con la señal de entrada ponderada de forma asíncrona. Sin embargo, la mayoría de las implementaciones de software y hardware de las redes neuronales artificiales aplican un enfoque más discreto que garantiza que cada elemento de procesamiento se activa una vez por cada presentación de un vector de valores de entrada.

El sistema se compone de neuronas interconectadas que son las siguientes:

1. Capa de Entrada: Contiene directamente los datos que se originan de fuentes externas del sistema.

2. Capa Oculta: Se trata de componentes de manejo del procesamiento (se pueden estructurar en varias capas).
3. Capa de Salida: Se consiguen los datos procesados y devuelve los datos del sistema al exterior.

Las redes neuronales pueden utilizar diferentes algoritmos de aprendizaje y podemos clasificarlas en dos grandes categorías en función del formato de entrada: entrada de valor binario (es decir, 0 y 1) o entrada de valor continuo. Los sistemas neurales intentan procesar mucha información para obtener un solo resultado. Según Piloto (2017) "una red neuronal debe aprender a calcular la salida correcta para cada constelación (arreglo o vector) de entrada en el conjunto de ejemplos. Este proceso de aprendizaje se denomina: proceso de entrenamiento" (p.18).

En el proceso de aplicación de la metodología de aprendizaje el sistema experimenta cambios con el objetivo que la red termine y aprenda. "Un aspecto importante respecto al aprendizaje de las redes neuronales es el conocer cómo se modifican los valores de los pesos, es decir, qué criterios se siguen para cambiar el valor asignado a las conexiones cuando se pretende que la red aprenda una nueva información" (Piloto, 2017, p.19). Por Ello hay 2 tipos de aprendizaje a desatacar: Aprendizaje supervisado y Aprendizaje no supervisado.

Como ya se ha mencionado, los algoritmos de aprendizaje supervisado utilizan la diferencia entre la salida deseada y la real para ajustar y, finalmente, determinar los pesos adecuados para la RNA. En una variación de este enfoque, algunos algoritmos de aprendizaje supervisado se informan de si la salida para la entrada es correcta y la red ajusta sus pesos con el objetivo de conseguir resultados correctos. La red de Hopfield (binaria) y la retropropagación (continua) son ejemplos de algoritmos de aprendizaje supervisado. Los algoritmos de aprendizaje no supervisado sólo reciben estímulos de entrada y la red se organiza con el objetivo de tener elementos de procesamiento ocultos que respondan de forma diferente a cada conjunto de estímulos de entrada. La red no requiere información sobre la corrección de la salida. ART I (binario) y Kohonen (continuo) son ejemplos de algoritmos de aprendizaje no supervisado.

El diseño de una RNA requiere que el desarrollador tome muchas decisiones, como los valores de entrada, el tamaño de los conjuntos de datos de entrenamiento y prueba, el algoritmo de aprendizaje, la arquitectura o topología de la red y la función de transformación. Varias de estas decisiones dependen unas de otras.

Por ejemplo, la arquitectura de la RNA y el algoritmo de aprendizaje determinarán el tipo de valor de entrada (es decir, binario o continuo). Por lo tanto, es esencial seguir una metodología o una secuencia de pasos bien definida a la hora de diseñar las RNA. Estos pasos se enumeran a continuación:

1. Determinar los datos que se van a utilizar.
2. Determinar las variables de entrada.
3. Separar los datos en conjuntos de entrenamiento y de prueba.
4. Definir la arquitectura de la red.
5. Seleccione un algoritmo de aprendizaje.
6. Transformar las variables en entradas de la red.
7. Entrenar (repetir hasta que el error de la RNA esté por debajo del valor aceptable).
8. Prueba (en la muestra retenida para validar la generalización de la RNA).

Los diseñadores de redes neuronales artificiales deben determinar el conjunto óptimo de criterios de diseño que se especifican a continuación:

1. Variables de entrada (independientes) apropiadas.
2. El mejor método de aprendizaje: Los métodos de aprendizaje pueden clasificarse en métodos de aprendizaje supervisados o no supervisados. Dentro de estos métodos de aprendizaje hay muchas alternativas, cada una de las cuales es apropiada para diferentes distribuciones o tipos de datos.
3. Arquitectura adecuada: El número de capas ocultas en función del método de aprendizaje seleccionado; la cantidad de elementos de procesamiento (nodos) por capa oculta.
4. Cantidad adecuada de datos de entrenamiento: Series temporales y problemas de clasificación.

La elección de estos criterios de diseño por parte del diseñador afectará al rendimiento de la RNA resultante en los datos fuera de la muestra. Una selección inadecuada de los valores de estos factores de diseño puede producir aplicaciones de RNA con peor rendimiento que la selección aleatoria de un valor de salida (dependiente).

Modelo matemático de las RNA

La neurona o componente de manipulación se compone así de: vector de entrada, cargas, borde, un administrador científico de agregados y trabajo de iniciación. El modelo numérico principal de una neurona orgánica fue dado por McCulloch y Pitt y es el siguiente

La neurona o elemento de procesamiento a su vez están constituidas de: vector de entrada, pesos, umbral, un operador matemático de suma y función de activación. El primer modelo matemático de una neurona biológica fue dado por Mc Culloch y Pitt y es el siguiente:

$$y = \varphi\left(\sum_{i=0}^{n} w_i u_i\right)$$

donde: u_i, i = 1, 2, . . ., n son las entradas a la neurona, $u0$ es la entrada al umbral e y es la salida de la neurona, los pesos sinápticos $w_i \in R$, $i = 1, 2, \ldots, n$ cambian su valor según se requiera, $\varphi(.)$ es la función de activación. Lapedes Farber mostró, una arquitectura que es básicamente la misma que la de Mc Culloch y Pitt, esta es:

$$y(k) = \varphi\big(v(k)\big); v(k) = \sum_{i=0}^{n} w_i\, u_i(k)$$

donde y, φ, w y u son definidas como en el párrafo anterior, k es la variable de tiempo.

Elementos de la red neuronal

Los elementos de una red neuronal se muestran en el modelo de la Figura 11.

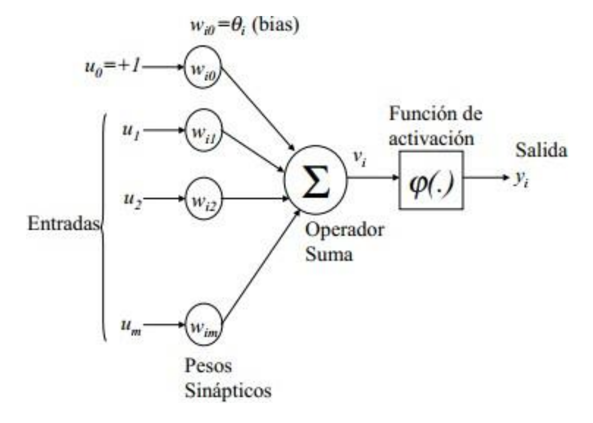


Figura 11. Modelo de una red neuronal artificial

Vector de entrada

Es denotado por U, $U = (u_1, u_2, \ldots, um)$ donde m es el número de entradas a la RN y a su vez la dimensión de U, este vector U son los datos con los que va operar la neurona, estas pueden ser dadas del medio ambiente o ser salidas de neuronas anteriores. Cabe hacer notar que si se está hablando de identificación de funciones o control de sistemas $U = U(k)$, donde $k \in K \subset R$; es la variable del tiempo, ya sea, según sea el caso, continuo o discreto, para esta situación las entradas generan una matriz $E \in R^{nxm}$ donde m es la dimensión del vector de entradas y n es la dimensión del subespacio K, esta n generalmente se le conoce como número de iteraciones.

Pesos sinápticos

Al ser capturados los datos de entrada estos son propagados a través de la red, en el proceso de propagación cada componente ui del vector de entrada U es multiplicada por una variable w_{ij}, la cual aumenta o atenúa la señal de entrada, a

wij se le conoce como peso sináptico o simplemente peso, estos pesos no tienen el mismo valor siempre, sino que se van modificando según se requiera para tener un mejor desempeño; posteriormente, puede haber una convergencia y entonces estar fijos. Cuando se habla de que una red es capaz de aprender se refiere al hecho de poder modificar sus pesos w_{ij}, el conjunto de pesos genera una matriz W, es decir, w_{ij} es la ij-ésima componente de la matriz de pesos W.

El umbral

Denotado por θ_i es simplemente un peso más, pero a diferencia de estos el umbral tiene una entrada fija de (-1). En el contexto en que usaremos las RN, el umbral nos sirve para trasladar el punto de equilibrio de la RN, del origen $\bar{x} = 0$ a un punto $\bar{x} \neq 0$.

Operador de suma

Realiza la adición de los productos $u_i * w_{ij}$, la operación aquí descrita constituye una combinación lineal generando un campo local inducido (CLI) v_i, es decir:

$$v_i = \sum_i u_i w_{ij} - \theta_i$$

La función de activación

Denotada por $\varphi(\cdot)$, define la salida de la neurona en términos del CLI v_i, es definida como una función para limitar la amplitud de la salida neuronal. Según (Toxqui, 2003) menciona: "En el sentido en el que estamos tratando las Redes Neuronales, la razón de ser de la función de activación es la de proporcionar un comportamiento no lineal a la red y así poder aproximar funciones de todo tipo, el teorema universal de aproximación de funciones da condiciones para determinar si una función φ, es una función de activación" (p.11). La función Sigmoide, Tangente Hiperbólica, Saturación o Escalón cumplen las condiciones del teorema y son utilizadas como funciones de activación (Figura 12).

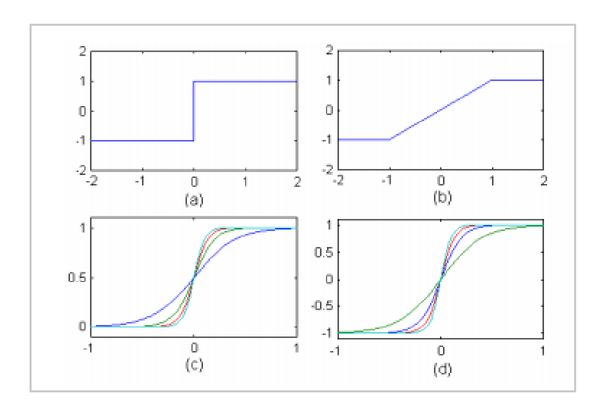


Figura 12. Funciones de activación: a) Escalón, b) Saturación c) Sigmoide d) Tangente hiperbólica

Función Escalón: Para este tipo de función de activación tenemos que:

$$\varphi(v) = \begin{cases} 1 \; si \; v \geq 0 \\ -1 \; si \; v < 0 \end{cases}$$

donde v es el CLI.

Función Saturación (Sat): Esta definida por la siguiente ecuación:

$$\varphi(v) = \begin{cases} c \; si \; v \geq 1 \\ v \; si \; 1 > v > -1 \\ -c \; si \; v \leq -1 \end{cases}$$

donde el factor de amplificación c es generalmente tomado como 1, pero su valor puede variar según sea requerido en las tareas de identificación y control.

Función Sigmoide (Sigm): Es de hecho la función más común en la construcción de RN. Esta es definida como una función estrictamente creciente que exhibe un balance entre una conducta lineal y no lineal y es definida por:

$$\varphi(v) = \frac{1}{1 + exp(-av)}$$

donde a es un parámetro que define la pendiente de la función sigmoide.

Topología de la red neuronal

Es la manera en que se organizan las neuronas en una red neuronal, existen dos tipos fundamentales Redes Estáticas (Feed Forward), (RNFF) y Redes Recurrentes (RNR) o Redes Dinámicas. Según (Toxqui, 2003) menciona: “En las RNFF, todas las señales neuronales se propagan hacia adelante. No existen conexiones hacia atrás y normalmente tampoco autorecurrentes, ni laterales y son especialmente útiles en tareas de reconocimiento o clasificación de patrones” (p.13).

Las RNR son aquellas donde la información circula tanto hacia adelante como hacia atrás durante el funcionamiento de la red. Para que esto sea posible, existen conexiones hacia adelante y retroalimentaciones.



CAPÍTULO 2. MODELO HEURÍSTICO NEUTROSÓFICO PARA MEDIR EL FACTOR DE INCIDENCIA DE LA MIGRACIÓN DE FAMILIARES CERCANOS EN EL DESARROLLO EMOCIONAL DEL ADOLESCENTE

La migración desde hace muchos años ha aumentado en toda América Latina, con un porcentaje creciente de personas que buscan un nuevo país para encontrar el sueño americano. Ecuador es uno de los países con una población que recurre al proceso migratorio, resultando en efectos negativos para el núcleo familiar.

Según Vásquez, Castillo & Lera (2015): “se estima que más de 200 millones de personas viven en un país distinto al de su nacimiento, lo que equivale a más del 3% de la población mundial que es 1,2 es decir, una de cada 35 personas en el mundo es migrante internacional” (p. 1).

El impacto que sufren los adolescentes en su desarrollo emocional debido a la migración de familiares cercanos, en la provincia del Guayas y otros sectores, es relativamente cada vez más frecuente que muchos familiares migren a diferentes países, afectando principalmente a los adolescentes, presentando un desarrollo emocional con actitudes negativas, este proceso afecta principalmente a los 4 aspectos (autoestima, ansiedad, tristeza, rendimiento académico) emocionales y fundamentales de la adolescencia que les permiten enfrentar la vida cotidiana, por esta razón muchas veces es difícil que sus familiares los traten y les

brinden el apoyo necesario para entender sus necesidades.

Actualmente se utiliza la Neutrosofía de Valor Único, que es una generalización de la Lógica Difusa (LD) para poder dar puntos de vista que antes eran totalmente descartados a la hora de tomar una decisión, ya sea de un tema específico o para identificar una respuesta adecuada, para ello utilizaremos la Neutrosofía de Valor Único, que aplica variables matemáticas para realizar algoritmos lógicos, que permiten crear modelos de toma de decisiones a través del conocimiento del razonamiento humano evaluando los diferentes escenarios que permiten mostrar la respuesta a cualquier incertidumbre priorizándola según su nivel.

Actualmente existen tratamientos para diagnosticar el desarrollo emocional: la investigación apunta a la evaluación utilizando el Modelo Heurístico AHP Difuso, la Lógica Difusa y la Neutrosofía de Valor Único, para clasificar la información y mostrar los efectos en el desarrollo emocional en el Adolescente debido a la migración de familiares cercanos. Quero, et.al. (2017) mencionan: “la realidad virtual (RV) es una herramienta valiosa en la terapia, ya que ofrece un entorno protegido donde la persona puede afrontar sus problemas de forma progresiva y controlada en una sala de terapeutas que proyecta imágenes en una pantalla” (p. 7).

El presente trabajo busca enfocarse en las consecuencias causadas por la migración de familiares cercanos de adolescentes entre 15 - 17 años, con la ayuda de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) que involucran el Modelo Heurístico AHP Difuso, la Lógica Difusa y la Neutrosofía de Valor Único, Números Neutrosofos, Conjuntos Neutrosofos Difusos que facilitan la comprensión.

2.1 La emigración en el Ecuador y el impacto al desarrollo emocional de los adolescentes

En la actualidad la migración es un fenómeno que se lleva a cabo en diferentes, países del mundo ya sea por los malos gobiernos, y la limitada administración de países, que a través de leyes que ponen traba a la sociedad dan como resultado grandes problemas, en el ámbito económico (Oroza & Puente, 2017)dicen: “La globalización, que debe ser esencialmente entendida como el resultado histórico, del desarrollo del capitalismo y como expresión de un altísimo nivel de desarrollo de la fuerza productiva, y propicia una mayor internacionalización de la vida económica” (pág. 1).

Actualmente la migración es un fenómeno que se da en diferentes países del mundo, ya sea por los malos gobiernos, y la

limitada administración de los países, que a través de leyes que entorpecen a la sociedad dan como resultado grandes problemas, en el ámbito económico. Oroza & Puente (2017) refieren: “la globalización, que debe ser entendida esencialmente como el resultado histórico, del desarrollo del capitalismo y como expresión de un altísimo nivel de desarrollo de la fuerza productiva, y propicia una mayor internacionalización de la vida económica” (p. 1).

La migración es causada por la falta de trabajo que se produce en el país dando lugar a una economía inestable que aumenta la migración, en el planeta hay muchos países que se ven afectados por este fenómeno, donde el vínculo familiar es el primero en verse afectado, aunque muchas veces la migración es causada por la necesidad económica, para buscar un futuro mejor, aunque la migración puede ser interna o externa el objetivo principal es mejorar el bienestar familiar, por otro lado la migración puede realizarse por, desarrollo intelectual, pero es más en los estudiantes, desde el punto de vista de las familias asegurar que sus padres, tíos regresen con dinero para poder cubrir sus consumos y construir casas. (Echeverría, 2013, pág. 69).

La migración interna como proceso demográfico, económico, sociológico, antropológico, político y geográfico circunscrito en los acontecimientos que transforman el territorio en esta definición el migrante, es aquel que se traslada de su lugar habitual, a otro estado o provincia dentro del mismo país esto se da más por conocer nuevas culturas, o en busca de un trabajo, se conoce como migración interna aquella que se presenta dentro del mismo país ya sea a una región o ciudad en busca de una aventura para conocer diferentes lugares, pero este tipo de migración puede traer consecuencia para el lugar de desplazamiento ya sea en el ámbito económico cultural y social esto lo hace un punto fundamental para la distribución de una zona en su población. (Lomeli & Ybanez, 2017, p. 97).

La migración de familiares cercanos en los adolescentes es una de las principales causas de un pobre Desarrollo Emocional. Vásquez et al. (2015) mencionan: “Según datos de la Comisión Económica para América Latina en los últimos 5 años ha habido un aumento considerable en el número de migración de latinoamericanos indicando un total estimado de 20 millones en el año 2000, pasó a 25 millones en el 2005 esta cantidad equivale al 12% del total de la migración en todo el mundo” (p. 326). Actualmente en el 2018 la migración ha tenido un incremento del 52.66% de mujeres y 47.33% de hombres.

Dado que la migración ha aumentado actualmente,

convirtiéndose en uno de los principales problemas que hace que el adolescente se vea afectado en su estado emocional. El Ecuador también se ha visto involucrado en este proceso, particularmente la ciudad de Guayaquil tiene un alto índice de migración en su población, la causa principal es que muchos adolescentes quedan al cuidado de terceros, lo que genera conflictos emocionales y malas relaciones familiares al tener que convivir y formar nuevos lazos afectivos.

La migración externa hoy en día se da en todo el mundo, cada vez es más frecuente que las personas busquen establecerse en otro país, la búsqueda de un ingreso rentable para su familia lo que lleva a emigrar fuera de su lugar de nacimiento, esto se da por una persona o varias personas se trasladan a las fronteras de un país distinto al suyo, la migración externa causa un gran efecto en las familias ya que la distancia afecta psicológicamente a todos, pero su motivo tiene grandes razones, se da por buscar una vida mejor, aquí es donde el migrante se convierte en inmigrante (Mora, 2013, p. 16).

La migración es un fenómeno mundial que afecta a muchos países, dando lugar a algunos de los principales conflictos en el área de la psicología, complicando a muchos médicos al no tener un adecuado registro clínico del adolescente, lo que muchas veces lleva a que sean tratados de la misma manera que todos los casos que se presentan, determinando el mismo diagnóstico, y se debe tener en cuenta que una evaluación clínica errónea puede incluso comprometer la vida del adolescente.

La adolescencia es el periodo entre la infancia y la edad adulta, durante el cual el adolescente se enfrenta a diferentes situaciones que le ayudarán a crear una personalidad y una autoestima sólidas. Hay que tener en cuenta que la búsqueda de la aceptación supone un gran reto, ya que durante esta época son muchas las causas que hacen que el adolescente sufra desarrollos emocionales que pueden afectar gravemente a su salud mental, pudiendo ser muchos los desarrollos emocionales que le hagan acomplejarse.

Al decir de Gaete: “la adolescencia es aquella etapa del desarrollo situada entre la infancia y la edad adulta en la que se produce un proceso creciente de maduración física, psicológica y social que lleva al ser humano a convertirse en adulto” (Gaete, 2015, p. 437).

Psicológicamente en un adolescente las vulnerabilidades son las que causan el desarrollo emocional, como la capacidad de hacer frente a los problemas frente a las insuficiencias, las respuestas a una duda, si en constantes explosiones de ira, los problemas con los amigos, y la familia, el aislamiento social, las preocupaciones sobre los pensamientos o ideas extrañas que son difíciles de ignorar a “los

adolescentes que viven con individuos que fuman, beben o usan drogas, tienden a adquirir esos comportamientos, como los comportamientos agresivos e ilegales, además de la preocupación por la apariencia corporal" (Farias & Martins, 2016, p. 164).

El principal efecto psicológico de tener un familiar emigrado es la desesperación y la angustia de no saber si ese individuo llegó bien a su destino. Varios estudios confirman que la falta de comunicación entre padres e hijos compromete el estado psicológico emocional de los adolescentes. Muchos adolescentes no asimilan el hecho de que sus padres emigren y los dejen, sintiéndose culpables por el abandono dicho de esta manera la desintegración familiar se conoce como ruptura de la unidad familiar donde uno de los miembros deja de realizar las tareas de pilar de la familia (Olaya, 2013, p. 25).

Actualmente existen muchos métodos que permiten clasificar el estado emocional del adolescente de acuerdo a su necesidad el objetivo principal es buscar una solución adecuada de acuerdo a la importancia que amerita la valoración del paciente estos métodos que permiten priorizar de acuerdo a su nivel son el AHP difuso que permite evaluar factores a través de 9 valores lingüísticos para determinar la importancia de estos criterios (Bartuskova & Kresta, 2015). Otro método es la Neutrosofía de valor único que permite simular escenarios para determinar y priorizar la salud del paciente (Florentin, 2017).

Durante muchos años los ecuatorianos han tomado el proceso migratorio como algo natural, buscando prosperar poniendo en riesgo sus vidas, tratando de alcanzar aspiraciones que les permitan obtener una mejor calidad de vida. Al respecto, Ménard (2017) menciona: "Ecuador se ha ubicado, a escala mundial, en un punto estratégico dentro de las rutas clandestinas que recorren los migrantes para llegar a Estados Unidos (u otras naciones)" (p. 39).

La migración en el Ecuador es cada vez más alta con 1.131. 427 migrantes, lo que equivale al 6,81% de la población, convirtiéndose en uno de los principales factores que provocan un desequilibrio en el proceso de las cualidades que influyen en un adecuado desarrollo emocional, por esta razón es altamente preocupante, la salud de los adolescentes en todo el mundo, una de las causas es que suelen confundir la migración de uno de sus padres, como un abandono, sintiéndose culpables, tomando conductas agresivas en contra de los que lo rodean, sin darse cuenta que se crean serios problemas mentales, tanto en el ámbito de la conducta, como en los problemas emocionales y físicos.

Actualmente en los hospitales, el departamento de psicología

detecta serios problemas en el desarrollo emocional de los adolescentes, muchas veces debido a las malas relaciones familiares causadas por la migración de los padres, lo que lleva a que el adolescente conviva con terceras personas que no prestan la debida atención a su proceso emocional que puede estar deteriorado debido a la migración de los padres.

La necesidad de evaluar el nivel emocional de los adolescentes de la Provincia del Guayas, implementando técnicas de Inteligencia Artificial (IA) como el Modelo Heurístico AHP Difuso, la Lógica Difusa y la Neutrosofía de Valor Único. Si el adolescente no es evaluado no se podrá sensibilizar a los miembros de la familia y en el futuro podría causar un gran daño emocional. Si estos conflictos siguen ocurriendo en los hogares, los más afectados son los adolescentes, en su salud mental, sufriendo un alto riesgo de Desarrollo Emocional, resultando una persona con una mala relación con la sociedad.

El objetivo de la investigación es, por tanto, diseñar un Prototipo de Página Web Estática utilizando una herramienta de software libre como Jupyter Python para mostrar el factor de incidencia en el Desarrollo Emocional debido a la migración de familiares cercanos, a través del diseño de un Modelo Heurístico Neutrosófico (Espinoza Duarte & Villafuerte Clavijo, 2019).

Su importancia radica en obtener una solución que permita disminuir los índices de incidencia en el desarrollo emocional del adolescente por la migración de familiares cercanos.

Debido a la implementación de la Lógica Difusa (LD), la Heurística AHP Difusa y la Neutrosofía de Valor Único al fusionar estos dos métodos se obtiene un híbrido que es el Modelo Heurístico Neutrosófico, el cual muestra un razonamiento efectivo del factor de incidencia emocional que presentan los adolescentes por la migración de familiares cercanos y será valorado de acuerdo a su nivel de prioridad.

A través de la interfaz realizada con las herramientas Jupyter Python, se diseñó el Prototipo de Página Web Estática para mostrar los resultados obtenidos con su respectivo nivel de valoración.

Por esta razón el Modelo Heurístico Fuzzy AHP y la Neutrosofía de Valor Único busca brindar colaboración en el campo de la psicología (desarrollos emocionales), es importante que por medio de un Modelo Heurístico Neutrosofía se defienda el propósito de la investigación que es mostrar el resultado obtenido en el Prototipo de Página Web Estática.

2.2 Metodología a emplearse

El proyecto está dirigido al estudio del Desarrollo Emocional del Adolescente utilizando un Modelo Heurístico AHP Difuso, Lógica Difusa y la Neutrosofía de Valor Único, que permitirá demostrar el nivel emocional que se presenta en los Adolescentes de 15 - 17 años con mayor frecuencia debido a la migración de familiares cercanos.

Se realizará una encuesta a los Adolescentes de 15 - 17 años para evaluar el Desarrollo Emocional, con mayor incidencia y de acuerdo a la valoración obtenida el experto puede manipular esta información según su criterio.

La función principal del Prototipo de la Página Web Estática es mostrar el resultado del Desarrollo Emocional que afecta a los Adolescentes entre 15 y 17 años, está dirigido para psicólogos, el mismo que proporciona información necesaria del factor de incidencia en el Desarrollo Emocional debido a la migración de familiares cercanos.

Proporciona datos precisos del estado emocional que se presenta en el Adolescente, ante la migración de familiares (padre, hermanos, etc.) a través de la sistematización de los datos procesados por el Modelo Heurístico Difuso AHP, la Lógica Difusa y la Neutrosofía de Valor Único.

El Prototipo de Página Web Estática con la implementación del modelo híbrido permitirá un amplio conocimiento del Desarrollo Emocional de los Adolescentes, y priorizarlo de acuerdo a su resultado obtenido.

La investigación se centra en la utilización de metodologías definidas como el Modelo Heurístico AHP Difuso y la Neutrosofía de Valor Único, ya que estas técnicas son una generalización de la Lógica Difusa (LD), que se apoyan en la Inteligencia Artificial (I.A.) que utiliza sistemas inteligentes que permiten crear soluciones a través del aprendizaje racional para dar información con criterios formales que sirvan para determinar el factor de incidencia a la hora de evaluar un desarrollo emocional en Adolescentes.

La metodología del estudio se centrará en la obtención de información a través de la constatación. Se encuestará a diferentes adolescentes, y se adquirirán diferentes resultados relacionados con los aspectos que aportan el desarrollo emocional más común en los Adolescentes entre 15 - 17 años esta información será validada por especialistas en el área de la psicología con su debido conocimiento experto.

Esta investigación se divide en las siguientes etapas.

1. Revisión de encuesta.
2. Implementación del Modelo AHP Difuso.
3. Implementación de la Lógica Difusa.
4. Implementación de Neutrosofía.
5. Determinar el desarrollo emocional con alta incidencia.
6. Mostrar el resultado en el Prototipo de Página Web Estática.

De acuerdo con el tema a tratar, se realizó una "investigación aplicada", la cual busca indagar y encontrar una respuesta al tema planteado, cuyo objetivo principal es la satisfacción de obtener un conocimiento suficiente que permita la adecuada evaluación de un problema a resolver, por otro lado, la investigación aplicada se enfoca en el análisis y solución de problemas que afectan la vida de manera cotidiana, centrándose básicamente en el ámbito social como prioridad principal.

A través de esta investigación se buscarán nuevos conocimientos que permitan la toma de decisiones técnicas ante un estado emocional indeterminado. En esta investigación se utilizarán conceptos científicos, conocimientos, metodología e instrumentos técnicos para obtener un propósito específico.

Esta investigación toma como estrato los diferentes artículos científicos ya mencionados anteriormente, obtenidos a través de la base académica como: Redalyc, Scielo, ScienceDirect, Elsevier que aportaron documentos relacionados con la metodología AHP difusa y neutrosófica, que muestran una forma eficiente para la toma de decisiones ante la incertidumbre. Tomando en cuenta las encuestas que se realizaron a diferentes adolescentes, sin especificar un lugar fijo ya que se realizaron en diferentes lugares de Guayaquil.

Para este estudio se ha centrado en una población objetivo de 33 adolescentes, se tomó como muestra a 30 adolescentes considerando sus experiencias vividas debido a la migración de los miembros de la familia, los encuestados son de la ciudad de Guayaquil, por lo tanto la información obtenida de los 30 adolescentes, aplicando la distribución normal, Ya que esta es utilizada con mayor frecuencia en la probabilidad de las variables continuas más utilizadas en la estadística, de acuerdo a la probabilidad, se toma en cuenta esta distribución ya que permite el estudio de fenómenos reales, por lo tanto radica más en el estudio de casos en el ámbito social y psicológico, lo que facilita los cálculos estadísticos.

Para obtener el tamaño de la muestra, se utiliza la siguiente fórmula para determinar el número total de individuos a estudiar. La fórmula para obtener el tamaño de la muestra se detalla a continuación:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2(N-1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra.
N: Tamaño de la población e: Error de estimación.
Z: Nivel de confianza p: Probabilidad a favor
q: Probabilidad en contra

De ahí que el tamaño de muestra utilizado fue de 33 adolescentes, para un nivel de confianza del 95%.

En esta investigación la encuesta principal fue dirigida a adolescentes, cuyas experiencias se basan en el conocimiento vivido, debido a la migración de familiares cercanos. Las preguntas son de opción múltiple ya que estas preguntas le dan al encuestado diferentes opciones que le permiten entender el camino que se acerca a la respuesta.

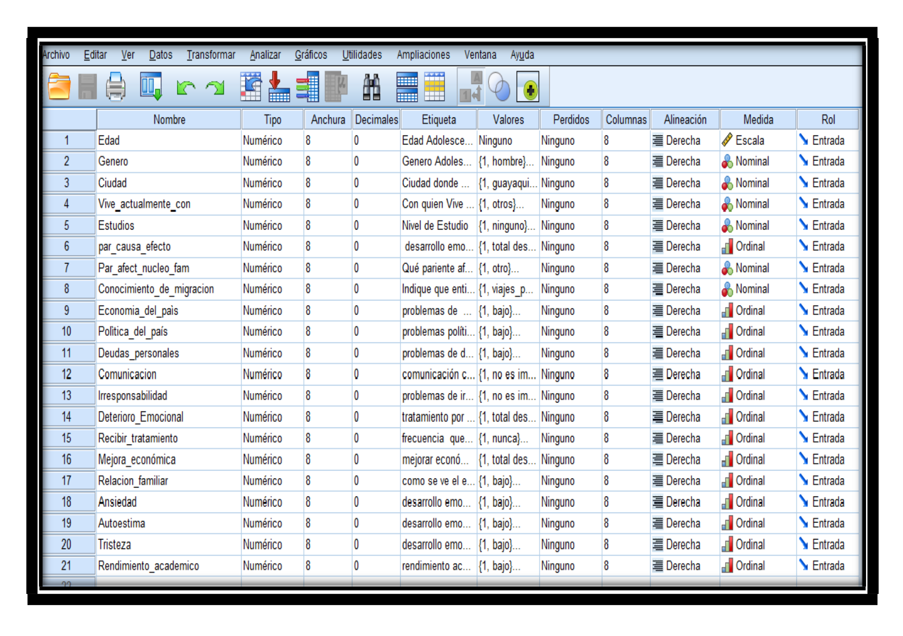
2.3 Diseño de la base de datos estadística

Uno de los métodos que fueron significativos para realizar esta investigación, fue el análisis estadístico mismo que permitió obtener el valor lingüístico de cada variable.

La siguiente base de datos detalla las variables que se incluyeron para obtener la información necesaria:

Edad
Género
vive_actualmente_con
Estudios
par_causa_efecto
Par_afec_nucleo_famil
Conocimiento
Economía_del_país
Política_del_país
Deudas personales
Comunicación
Irresponsabilidad
Desarrollo_Emocional
Recibir_tratamiento

Mejora_economica
Relacion_familiar
Ansiedad, Autoestima
Tristeza
Rendimiento_academico.


Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	Edad	Numérico	8	0	Edad Adolesce...	Ninguno	Ninguno	8	Derecha	Escala	Entrada
2	Genero	Numérico	8	0	Genero Adoles...	{1, hombre}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
3	Ciudad	Numérico	8	0	Ciudad donde ...	{1, guayaqui...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
4	Vive_actualmente_con	Numérico	8	0	Con quien Vive ...	{1, otros}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
5	Estudios	Numérico	8	0	Nivel de Estudio	{1, ninguno}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
6	par_causa_efecto	Numérico	8	0	desarrollo emo...	{1, total des...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
7	Par_afect_nucleo_fam	Numérico	8	0	Qué pariente af...	{1, otro}...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
8	Conocimiento_de_migracion	Numérico	8	0	Indique que enti...	{1, viajes_p...	Ninguno	8	Derecha	Nominal	Entrada
9	Economia_del_pais	Numérico	8	0	problemas de ...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
10	Politica_del_pais	Numérico	8	0	problemas politi...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
11	Deudas_personales	Numérico	8	0	problemas de d...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
12	Comunicacion	Numérico	8	0	comunicación c...	{1, no es im...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
13	Irresponsabilidad	Numérico	8	0	problemas de ir...	{1, no es im...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
14	Deterioro_Emocional	Numérico	8	0	tratamiento por ...	{1, total des...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
15	Recibir_tratamiento	Numérico	8	0	frecuencia que...	{1, nunca}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
16	Mejora_económica	Numérico	8	0	mejorar econó...	{1, total des...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
17	Relacion_familiar	Numérico	8	0	como se ve el e...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
18	Ansiedad	Numérico	8	0	desarrollo emo...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
19	Autoestima	Numérico	8	0	desarrollo emo...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
20	Tristeza	Numérico	8	0	desarrollo emo...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada
21	Rendimiento_academico	Numérico	8	0	rendimiento ac...	{1, bajo}...	Ninguno	8	Derecha	Ordinal	Entrada

Figura 13. Variables de la investigación

Descripción y codificación de la variable

Para el uso de las variables a implementar en la investigación es de gran ayuda codificarlas cada una de estas, de acuerdo a la relevancia que tengan además se someterá a un análisis univariado y el análisis estadístico respectivo.

Variable n# 1: Edad

Como primera variable de la investigación describe la edad del adolescente

Cuadro 4. Codificación de la variable Edad

Edad	15-16-17

Variable N# 2: Género

Indica el género del adolescente encuestado

Cuadro 5. Codificación de la, variable género

Género	Codificación
Masculino	1
Femenino	2

Variable N# 3: Ciudad

Permite identificar el lugar donde vive el adolescente

Cuadro 6. Codificación de la variable ciudad

Ciudad	Codificación
Guayaquil	1

Variable N# 4: vive_actualmente_con

Esta variable nos proporcionara la información necesaria de con quien vive el Adolescente.

Cuadro 7. Codificación de la variable vive_actualmente_con

Vive_actualmente_con	Codificación
Padre	4
Madre	3
Hermanos	2
Otros	1

Variable N# 5: Estudios

Esta variable nos indica el nivel de estudio que tiene el adolescente que fue sometido a esta encuesta.

Cuadro 8. Codificación de la variable estudios

Estudios	Codificación
Primaria	4
Secundaria	3

Estudios	Codificación
Universidad	2
Ninguno	1

Variable N# 6: Migración de un pariente cercano

Esta variable nos permite identificar como la migración afecta psicológicamente en la salud mental del Adolescente.

Cuadro 9. Codificación de la variable migración de un pariente cercano

Desarrollo	Codificación
Total, acuerdo	3
Indiferente	2
Total, desacuerdo	1

Variable N# 7: Pariente que afecta más el núcleo familiar

Esta variable nos proporciona la información necesaria para determinar que pariente cercano que ha migrado afecta más en el desarrollo emocional en el Adolescente.

Cuadro 10 Codificación de la variable pariente que afecta más el núcleo familiar

Pariente	Codificación
Padre	4
Madre	3
Hermano	2
Otro	1

Variable N# 8: conocimiento de migración.

Esta variable por permitirá determinar el nivel de entendimiento por parte de los adolescentes sobre que es la migración

Cuadro 11. Codificación de la, variable conocimiento de migración

Conocimiento	Codificación
Flujo o movimientos de personas que busca oportunidades	3

Conocimiento	Codificación
Movimiento_por _Estudios	2
Viaje_por_negocio	1

Variable N# 9: Economía del país

Esta variable nos permite identificar el nivel de relación de la económica del país, como efecto de la migración.

Cuadro 12. Codificación de la variable economía del país

Economía	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 10: Política del país

Esta variable nos indicara qué nivel considera que la migración de familiares a otro país se da por problemas políticos.

Cuadro 13. Codificación de la variable política del país

Política	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 11: Deudas personales.

Esta variable indicará cómo pueden influir las deudas, a la migración de familiares cercanos.

Cuadro 14. Codificación de la variable Deudas personales

Deuda	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 12: Comunicación.

Esta variable nos indicara la importancia de la comunicación con familiares cercanos que migraron a otro país.

Cuadro 15. Codificación de la variable comunicación

Comunicación	Codificación
Muy importante	3
Poco importante	2
No es importante	1

Variable N# 13: Irresponsabilidad

Esta variable nos permite conocer la opinión de los adolescentes que un familiar migre para evadir responsabilidades paternas.

Cuadro 16. Codificación de la variable irresponsabilidad

Irresponsabilidad	Codificación
Muy importante	3
Poco importante	2
No es importante	1

Variable N# 14: Deterioro Emocional

Esta variable indica la necesidad que considerar los adolescentes encuestados en realizar un tratamiento ante un deterioro emocional presentado a causa de la migración de los familiares.

Cuadro 17. Codificación de la variable Deterioro Emocional

Tratamiento	Codificación
Total, acuerdo	3
Indiferente	2
Total, desacuerdo	1

Variable N# 15: Recibir tratamiento.

Esta variable nos indica la importancia que considera el adolescente encuestado que se debe recibir un tratamiento.

Cuadro 18. Codificación de la variable recibir tratamiento

Recibir_tratamiento	Codificación
Siempre	5
Casi_siempre	4
Debes_en_cuando	3
Rara_vez	2
Nunca	1

Variable N# 16: Mejora económica.

Esta variable nos indica si considera el Adolescente que la migración de un pariente les brindara una ayuda económicamente.

Cuadro 19. Codificación de la variable mejora económica

Mejora_economica	Codificación
Total acuerdo	3
Parcial acuerdo	2
Total, desacuerdo	1

Variable N# 17: Relación familiar.

Esta variable nos indica como considera el adolescente que se ve afectada la relación del núcleo familiar a causa de la migración de un familiar a otro país.

Cuadro 20. Codificación de la variable Relación familiar

Relación familiar	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 18: Ansiedad.

Esta variable nos permite identificar como se puede ver afectado la ansiedad en el desarrollo emocional del adolescente ante la migración de un familiar cercano a otro país.

Cuadro 21. Codificación de la variable Ansiedad

Ansiedad	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 19: Autoestima.

Esta variable nos permite identificar como se puede ver afectada la Autoestima del adolescente en su desarrollo emocional ante la migración de un familiar cercano a otro país.

Cuadro 22. Codificación de la variable Autoestima

Autoestima	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 20: Tristeza.

Esta variable nos permite identificar como se puede ver afectado su sentimiento de tristeza a través de su desarrollo emocional ante la migración de un familiar cercano a otro país.

Cuadro 23. Codificación de la variable Tristeza

Tristeza	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

Variable N# 21: Rendimiento académico.

Esta variable nos permite identificar como se puede ver afectado este desarrollo emocional ante la migración de un familiar cercano a otro país.

Cuadro 24. Codificación de la variable Rendimiento Académico

Rendimiento académico	Codificación
Alto	3
Medio	2
Bajo	1

2.4 Interpretación del análisis estadístico de las encuestas

A continuación, se presenta un análisis estadístico de las encuestas realizadas a los adolescentes de 15 a 17 años de la ciudad de Guayaquil.

Según los resultados obtenidos de los 30 adolescentes encuestados, el 11% pertenece a un rango de edad de 16 - 17 años mientras que sólo el 8% corresponde a adolescentes de 15 años. De ellos, el 50% son varones y el 50% son mujeres. El 100% de ellos pertenecen a la ciudad de Guayaquil.

Según los datos obtenidos de la experimentación de la variable vivir actualmente con, de un total de 30 adolescentes, el 43,33% vive con su madre, y otro 33,33% vive con su padre, mientras que el 10,00% vive con hermanos y el 13,33% respondió que vive con otras personas.

El 83,33% cursa estudios secundarios, el 10,00% pertenece a un nivel de estudios universitario, el 3,33% pertenece al nivel de estudios primarios y el 3,33% respondió que no pertenece a ningún otro nivel de estudios. El 73,33% está de acuerdo en que la migración de un familiar cercano les afecta emocionalmente, mientras que el 26,67% se muestra indiferente.

Según la encuesta realizada en la experimentación de la variable familiar que más afecta al núcleo familiar, en 30 adolescentes encuestados el 60,00% afirma que la migración a otro país es más dolorosa cuando se trata de una madre, y el 23,33% se inclina por los padres, y el 13,33% dice que son los hermanos, sólo el 3,3% contestó otro familiar.

Sobre lo que es la migración, el 73,33% contestó que es la búsqueda de oportunidades, mientras que el 16,67% contestó que son los viajes de negocios, sólo el 10,00% asoció la migración con los viajes de estudios. Por lo que se puede decir que la migración es la búsqueda de un mejor estatus en la vida.

El mayor porcentaje (60%) consideró que la economía del país

es un factor muy importante en este proceso, el 23% consideró que la economía tiene un efecto medio, mientras que el 16,67% consideró que la economía tiene una baja influencia en las personas que emigran.

El 43,33% indicó que la política tiene una influencia media en la migración, mientras que el 33,33% estuvo de acuerdo en que tiene una influencia alta en la migración de las personas, y el 23,33% indicó que tiene una influencia baja.

Según el resultado obtenido, de la experimentación de la variable deudas como factor de migración en las personas, a los 30 adolescentes encuestados, el mayor porcentaje considera que las deudas tienen un nivel medio en el efecto migratorio, mientras que el 43,33% considera que las deudas influyen en un nivel alto en que las personas migren, y fue el 10,00% quien indicó que las deudas tienen un nivel bajo con el proceso de migración a otro país.

El 90,00% consideró muy importante la comunicación con los familiares en otro país, mientras que el 6,67% consideró poco importante la comunicación, y sólo el 3,33% consideró poco importante la comunicación.

El 50% considera muy importante que no se les exima de la responsabilidad parental, mientras que el 43,33% considera poco importante la irresponsabilidad, y sólo el 6,67% considera poco importante la irresponsabilidad parental.

Según los resultados obtenidos en la experimentación de la variable Deterioro_Emocional, que consiste en la opinión del adolescente respecto a una alteración en su estado emocional, cómo considera que debe ser tratada, ésta fue contestada por los 30 adolescentes encuestados, con un mayor porcentaje del 76,67% que está totalmente de acuerdo en que se le dé tratamiento, mientras que el 23,33% lo considera indiferente.

Según el resultado obtenido de la experimentación de la variable recibir tratamiento, gracias a un trastorno emocional, según consideran los 30 adolescentes encuestados, un 80,00% está de acuerdo en que debería ser casi siempre, mientras que un 10,00% considera que debería ser siempre y un 6,67% indica que debería ser de vez en cuando, y un porcentaje mínimo de 3,33% indica que debería ser pocas veces.

Según el resultado obtenido en la experimentación de la variable mejora económica, gracias a la ayuda del familiar que emigra, según consideran los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 63,33% indica estar parcialmente de acuerdo, mientras que el 30,00% está totalmente de acuerdo y sólo el 6,67% está totalmente en desacuerdo en que no ha recibido ningún tipo de ayuda del

familiar que emigró a otro país.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la experimentación de la variable relación familiar, cómo se consideró ante la migración de familiares cercanos de los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 46,67% indica que afecta con un nivel alto, mientras que el 40,00% lo considera con un nivel medio, y un menor porcentaje del 13,33% lo considera con un nivel bajo de manera sentimental.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la experimentación de la variable ansiedad, su incidencia en el estado emocional del adolescente por la migración de familiares según consideran los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 60,00% considera que afecta con un nivel medio, mientras que el 33,33% indica que afecta con un nivel alto, y sólo el 6,67% considera que con un nivel bajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la experimentación de la variable autoestima, su incidencia en el estado emocional del adolescente por la migración de familiares según consideran los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 46,67% considera que afecta en un nivel alto, mientras que el 43,33% indica que afecta en un nivel medio, y el 10,00% considera que está en un nivel bajo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento sobre la variable tristeza, su incidencia en el estado emocional del adolescente por la migración de los miembros de la familia según la consideración de los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 53,33% considera que afecta en un nivel medio, mientras que el 46,67% indica que afecta en un nivel alto.

Según los resultados obtenidos en la experimentación de la variable rendimiento académico, su incidencia en el estado emocional del nivel intelectual del adolescente debido a la migración de los miembros de la familia según la consideración de los 30 adolescentes encuestados, un mayor porcentaje del 50,00% considera que afecta en un nivel medio, mientras que el 46,67% indica que afecta en un nivel alto, y sólo el 3,33% es bajo.

2.5 Procedimiento de estimación de causas de migración de familiares cercanos y cómo influyen en el desarrollo emocional en los adolescentes mediante el AHP Difuso

El Método AHP Difuso nos permite implementar, los números

difusos como son triangulares, agregándolos a la técnica clásica del AHP, este método Difuso permite identificar la importancia de cada factor con respecto a cada uno y así determinar la jerarquía que tiene cada proceso, una vez realizado este paso se procede a realizar las matrices de comparación de números triangulares, aunque para identificar un numero difuso usualmente se usa una tripleta donde muestra la importancia lingüística de cada variable y así determinar los pesos por criterios a evaluar (Yajure, 2015).

Escala lingüística para la importancia	Número Difuso	Función de membresía	Dominio	Escala difusa triangular (l,m,n)
Exactamente igual				(1,1,1)
Igual importancia	1	$\mu_M(x)=(3-x)/(3-1)$	$1 \leq x \leq 3$	(1,1,3)
Moderadamente importante	3	$\mu_M(x)=(x-1)/(3-1)$ $\mu_M(x)=(5-x)/(5-3)$	$1 \leq x \leq 3$ $3 \leq x \leq 5$	(1,3,5)
Fuerte importancia	5	$\mu_M(x)=(x-3)/(5-3)$ $\mu_M(x)=(7-x)/(7-5)$	$3 \leq x \leq 5$ $5 \leq x \leq 7$	(3,5,7)
Muy fuerte importancia	7	$\mu_M(x)=(x-5)/(7-5)$ $\mu_M(x)=(9-x)/(9-7)$	$5 \leq x \leq 7$ $7 \leq x \leq 9$	(5,7,9)
Extremadamente preferido	9	$\mu_M(x)=(x-7)/(9-7)$	$7 \leq x \leq 9$	(7,9,9)
Si la actividad i tiene uno de los números diferentes de cero ya nombrados, cuando se compara con la actividad j, entonces la actividad j tiene el valor reciproco cuando se compara con la actividad i			Valores recíprocos $M_1^{-1} = (1/n_1, 1/m_1, 1/l_1)$	

Mediante en AHP Difuso se define pasos a realizar, y así determinar el nivel de jerarquía de cada criterio a evaluar para determinar su importancia con respecto a la migración de familiares, la misma que produce dependencia emocional en adolescentes estos son los siguientes:

1. Estructurar el problema selección de Adolescentes.
2. Construcción de cuestionario.
3. Encuestas adolescentes.
4. Análisis AHP Difuso.
5. Estimación de pesos según importancia de cada criterio.

Selección de Adolescentes

Para la investigación se seleccionaron adolescentes con experiencias propias de familiares cercanos que emigraron para obtener información confiable. La encuesta se realizó en la ciudad de Guayaquil, seleccionando 30 adolescentes que cumplían con los

requisitos necesarios para realizar esta investigación.

Elaboración de cuestionario

Para obtener la información necesaria, se desarrollaron preguntas de opción múltiple para obtener los pesos de cada subcriterio a determinar. Se desarrollaron 20 preguntas, de las cuales se seleccionaron las más relevantes, 12 en total, y luego se evaluaron los resultados de estas encuestas dándoles un valor de ponderación utilizando la escala de Thomas Saaty, como se muestra en el cuadro 26.

Cuadro 26. Escala difusa de Saaty para AHP Difuso

Número Difuso	Escala difusa	Escala lingüística
1	(1,1,3)	A Es igual de importante a B
2	Valor intermedio	A Igual moderadamente importante a B
3	(1,3,5)	A Moderadamente importante sobre B
4	Valor intermedio	A Moderadamente y mejor a B
5	(3,5,7)	A fuerte importancia B
6	Valor intermedio	A Mejor importancia a B
7	(5,7,9)	A Muy importante ante B
8	Valor intermedio	A Importancia extrema a B
9	(7,9,9)	A extremadamente mejor que B

Definición del Modelo Heurístico AHP Difuso con sus variables y criterios

A continuación, se definió el Modelo Heurístico AHP Difuso con la información de las encuestas (Figura 14), dividido en tres bloques donde se identifican las variables a evaluar según sus criterios. A través del método de apoyo a la decisión como es el AHP Difuso, se obtendrá su peso de acuerdo a su importancia. El cuadro 26 muestra el valor de las variables lingüísticas que se utilizaron para el proceso del Modelo Heurístico AHP Difuso.

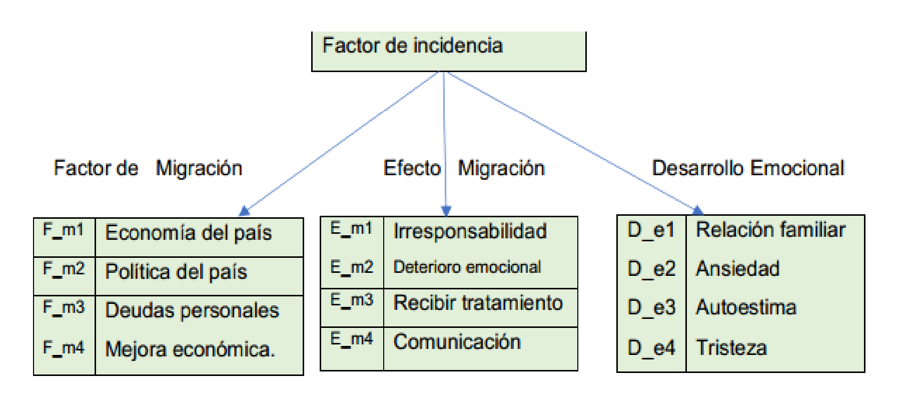


Figura 14. Definición de las variables Factor de Migración, Efecto de Migración y Desarrollo Emocional

A continuación, se procede a realizar las matrices de comparación de cada subcriterio dándole el valor lingüístico con juicio de experto de Thomas Saaty para determinar el peso de la variable se procederá a realizar la matriz de comparación de la variable factor de migración en el cuadro 27.

Cuadro 27. Comparación pareada de los criterios de Factor de Migración

factor migración	F_m1	F_m2	F_m3	F_m4
F_m1	1,00	4,00	5,00	5,00
F_m2	1/4	1,00	2,00	3,00
F_m3	1/5	1/2	1,00	3,00
F_m4	1/5	1/3	1/3	1,00

Una vez que se realizó la comparación de la matriz de la variable factor de migración se procede a obtener la ponderación de esta, y se realiza la suma individual de cada uno de sus criterios como se muestra en el cuadro 28.

Cuadro 28. Matriz pareada de los criterios con su respectiva suma de la evaluación.

factor migración	F_m1	F_m2	F_m3	F_m4
F_m1	1,00	4,00	5,00	5,00
F_m2	0,25	1,00	2,00	3,00

factor migración	F_m1	F_m2	F_m3	F_m4
F_m3	0,20	0,50	1,00	3,00
F_m4	0,20	0,33	0,33	1,00
Suma	1,65	5,83	8,33	12,00

Una vez realizada la comparación de la matriz por pares de criterios se procede a la normalización de esta la cual consiste en la suma de cada columna para procederá dividir cada fila por la suma total este proceso se puede apreciar en el (cuadro 29), por último, se realiza y producto de la fila total para obtener el peso de cada criterio conocido como vector este se puede observar en el (cuadro 29).

Cuadro 29. Matriz normalizada que permitirá obtener su vector de ponderación

factor migración	F_m1	F_m2	F_m3	F_m4
F_m1	0,61	0,69	0,60	0,42
F_m2	0,15	0,17	0,24	0,25
F_m3	0,12	0,09	0,12	0,25
F_m4	0,12	0,06	0,04	0,08

Luego se procede a verificar que el vector de la matriz satisfaga la regla del AHP Difuso c1>c2>c3>c4>c1 como su ultimo subcriterio no cumple con la regla se realiza la multiplicación del vector con la matriz normalizada y se obtiene el vector siguiente.

Cuadro 30. Matriz resultante de la multiplicación de la ponderación obtenida con la matriz inicial

2,49
0,86
0,59
0,31
4,24

Se procede a realizar la relación de consistencia con el vector de ponderación que se obtuvo en la multiplicación del vector con la matriz inicial para verificar que el resultado final cumpla con su

regla ir< 0.10.

Se usa el Max, cuyo valor es el resultante de la suma del vector resultante de la multiplicación de la matriz anterior para obtener el índice de consistencia CI

CI= (nMax-n)/(n-1)

CI = (4,24-4) / (4-1)

CI= 0,08

Seguido se realiza la consistencia aleatoria

RI= 1,98*(N-2) / n

RI=1,98*(4-2) / 4 RI=0,99

A continuación, se procede a realizar la relación de consistencia CR

CR= CI / RI CR= 0,08 / 0,99 CR=0,08

Como podemos ver la relación de consistencia de la matriz es de 0,08 por lo tanto si cumple con la regla de CR < 0,10 entonces podemos afirmar que los pesos antes encontrados si satisfacen.

Paso final se determina la estimación de peso del subcriterio de factor de migración de acuerdo con la evaluación del método AHP Difuso véase en el cuadro 31.

Cuadro 31. Asignación de Pesos difusos de los criterios de la, variable Factores de Migración

F_m1	Economía del país	0,58
F_m2	Política del país	0,20
F_m3	Deudas personales	0,14
F_m4	Mejora económica	0,08

A continuación, se procede con la segunda matriz de comparación de efecto de migración en el siguiente cuadro 32.

Cuadro 32. Comparación pareada de los criterios Efectos de Migración

Efecto migración	E_m1	E_m2	E_m3	E_m4
E_m1	1	1/3	¼	1/5
E_m2	3	1	1/3	1/3
E_m3	4	3	1	1
E_m4	5	3	1	1

En el siguiente cuadro 33 se procede a obtener la matriz pareada y la suma total de cada criterio.

Cuadro 33. Matriz pareada de los criterios de Efecto de Migración con su respectiva suma de criterios.

Efecto migración		E_m1	E_m2	E_m3	E_m4
E_m1	1,00		0,33	0,25	0,20
E_m2	3,00		1,00	0,33	0,33
E_m3	4,00		3,00	1,00	1
E_m4	5,00		3,00	1,00	1,00
suma		13,00	7,33	2,58	2,53

A continuación, se realiza la normalización de la matriz como se muestra en el cuadro 33 para obtener el vector de peso de esta como se puede observar en el cuadro 34.

Cuadro 34. Matriz de Efectos de Migración normalizada

Efecto migración	E_m1	E_m2	E_m3	E_m4
E_m1	0,08	0,05	0,10	0,08
E_m2	0,23	0,14	0,13	0,13
E_m3	0,31	0,41	0,39	0,39
E_m4	0,38	0,41	0,39	0,39

Cuadro 35. Matriz resultante de la multiplicación de la ponderación obtenida con la matriz efectos de migración inicial

0,30
0,64

1,54
1,61
4,09

Se usa el nMax, cuyo valor es el resultante de la suma del vector de la multiplicación de la matriz anterior para proceder a obtener el índice de consistencia CI

CI= (nMax-n)/ (n-1)
CI = (4,09-4) / (4-1)
CI= 0,03

Seguido se realiza la consistencia aleatoria

RI= 1,98*(N-2) / n

RI=1,98*(4-2) / 4 RI=0,99

A continuación, se procede a realizar la relación de consistencia CR

CR= CI / RI CR= 0,03 / 0,99 CR=0,03

Como podemos ver la relación de consistencia de la matriz es de 0,03 por lo tanto si cumple con la regla de CR < 0,10.

Paso final estimación de peso de efecto de migración según cada uno de su subcriterio evaluados como se muestra en el cuadro 36.

Cuadro 36. Asignación de Pesos difusos de los criterios de la, variable Efectos de Migración

E_m1	Irresponsabilidad	0,07
E_m2	Deterioro emocional	0,16
E_m3	Recibir tratamiento	0,37
E_m4	Comunicación	0,39

A continuación, se procede a realizar la tercera comparación de matriz siendo esta la de Desarrollo Emocional como se ve en el cuadro 74 donde se define el valor de cada criterio usando la escala de Saaty igual que las matrices anteriores.

Cuadro 37. Comparación pareada de los criterios del Desarrollo Emocional

Desarrollo Emocional	D_e1	D_e2	D_e3	D_e4
D_e1	1,00	4,00	1,00	4,00
D_e2	1/4	1,00	1/6	1/3
D_e3	1,00	6,00	1,00	1,00
D_e4	1/4	3,00	1,00	1,00

En el cuadro 38 se realiza la pareada de la matriz al igual que se obtendrá la suma de cada criterio para realizar la normalización de esta.

Cuadro 38. Matriz pareada de los criterios Desarrollo Emocional con su respectiva suma de criterios

Desarrollo Emocional	D_e1	D_e2	D_e3	D_e4
D_e1	1,00	4,00	1,00	4,00
D_e2	0,25	1,00	0,17	0,33
D_e3	1,00	6,00	1,00	1,00
D_e4	0,25	3,00	1,00	1,00
Suma	2,50	14,00	3,17	6,33

A continuación, en el siguiente cuadro 76 se realiza la normalización de la matriz mediante la división de cada fila por su suma total de cada criterio.

Cuadro 39. Matriz Desarrollo Emocional normalizada para obtener su respectivo vector de ponderación

Desarrollo emocional	D_e1	D_e2	D_e3	D_e4
D_e1	0,40	0,29	0,32	0,63
D_e2	0,10	0,07	0,05	0,05
D_e3	0,40	0,43	0,32	0,16
D_e4	0,10	0,21	0,32	0,16

A continuación, se obtiene el vector de peso de la matriz como se muestra en el cuadro 40.

Cuadro 40. Vector resultante de la multiplicación de la matriz Desarrollo Emocional inicial con su vector de ponderación.

1,80
0,29
1,35
0,83
4,27

Se usa el nMax, cuyo valor es el resultante de la suma del vector resultante de la multiplicación de la matriz anterior para obtener el índice de consistencia CI

CI= (nMax-n)/(n-1)

CI = (4,27-4) / (4-1)

CI= 0,09

Seguido se realiza la consistencia aleatoria

RI= 1,98*(N-2) / n

RI=1,98*(4-2) / 4 RI=0,99

A continuación, se procede a realizar la relación de consistencia CR

CR= CI / RI CR= 0,09 / 0,99 CR=0,09

Como podemos ver la relación de consistencia de la matriz es de 0,09 por lo tanto si cumple con la regla de CR < 0,10.

Finalmente se obtiene el peso de cada criterio evaluado del desarrollo emocional como se puede observar en el cuadro 41.

Cuadro 41. Asignación de Pesos difusos de los criterios de la, variable Desarrollo Emocional

D_e1	Relación familiar	0,41
D_e2	Ansiedad	0,07
D_e3	Autoestima	0,33
D_e4	Tristeza	0,20

2.6 Diseño del controlador de inferencia difusa

El conjunto de datos que se investigó sobre lo emocional de los adolescentes son las siguientes variables de entrada, las cuales serán ingresadas aplicando la teoría de Lógica Difusa y conjuntos difusos, de esta forma obtener un resultado es nuestra investigación será el factor de incidencia en el Desarrollo Emocional de Adolescentes, a si determinaremos la afectación por la migración de familiares cercanos (Papá, Mamá).

Con nuestra investigación realizada respecto al Desarrollo Emocional, determinamos considerar los siguientes factores:

Cuadro 42. Variables de entrada del Modelo Heurístico Neutrosófico. Criterios para determinar el desarrollo emocional de los adolescentes

N.º	Variables Lingüística	Descripción	Etiquetas Lingüística
1	FM	Factor migración	Alto Medio Bajo
2	EM	Efecto migración	Alto Medio Bajo
3	DE	Desarrollo emocional	Alto Medio Bajo

Proceso de Fuzzificación de las variables Lingüística

Como describimos en el detalle de las variables de entrada existen tres variables como son el factor de la migración, efecto migración y desarrollo emocional. Los resultados de las encuestas nos dan variables Lingüística y estas variables toman valores de pertenencia [0…….1] y las entradas toman valores cual fue la variable más contestada se la da el grado de valoración de acuerdo con su importancia.

Desarrollo de las Reglas de inferencia

La regla que se creó en el controlador difuso del modelo es de tipo Mamdani y como las respuestas son de tipo triangular puesto que la inferencia que se utilizo es de tipo IF THEN, por lo tanto, su antecedente como consecuente son de expresión lingüística fácil de interpretar. La elaboración de las reglas difusas que se utilización son las variables lingüísticas de entradas, de tal forma que al realizar las combinaciones se forman las reglas difusas.

Tenemos las variables A= {a1, a2, a3}, la variable B= {b1, b2, b3}

y las variables C= {c1, c2, c3}, la combinación que se establece se muestra en el cuadro 43.

Cuadro 43. Combinación de dos variables auxiliares

A	B	Combinación de las variables auxiliares
a1	b1	a1b1
a1	b2	a2b2
a2	b1	a2b1
a2	b2	a2b2
a3	b1	a3b1
a3	b2	a3b2

Realizamos la combinación de las variables auxiliares con la variable auxiliar c (cuadro 44).

Cuadro 44 Combinación de tres variables

Valor auxiliar	C	Resultado
a1b1	c1	a1b1c1
a2b2	c1	a2b2c1
a2b1	c1	a2b1c1
a2b2	c1	a2b2c1
a3b1	c1	a3b1c1
a3b2	c1	a3b2c1
a1b1	c2	a1b1c2
a2b2	c2	a2b2c2
a2b1	c2	a2b1c2
a2b2	c2	a2b2c2
a3b1	c2	a3b1c2
a1b1	c3	a1b1c3
a2b2	c3	a2b2c3
a2b1	c3	a2b1c3
a2b2	c3	a2b2c3
a3b1	c3	a3b1c3
a3b2	c3	a3b2c3

Método de Inferencia Borrosa

Es el resultado de las variables de salidas de sus resultados THEN, al obtener el conjunto difuso de salida de su regla, que con su salida se obtiene la salida del sistema. Por lo cual la función de

pertenencia del conjunto de salida con la utilización de la técnica de inferencia de Mamdani.

Método de Defuzzificación

En el método de Defuzzificación utilizamos el modelo Triangular, se convierte en un conjunto difuso resultante de la inferencia en una cantidad entera, el valor que se presenta como el promedio del peso consecuente, la siguiente fórmula.

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} X_i U_c(x_i)}{\sum_{i=1}^{n} u_c(X_i)}$$

2.7 Elaboración del modelo de inferencia difuso. Diseño del modelo del desarrollo emocional de los adolescentes

Variable de entrada 1: Factor de migración (FM)

La variable Factor de migración se predetermino 3 conjuntos difusos, con un universo de discurso que comprende en la escala valores del cuadrante x positivo los valores entre 0 y 0.9.

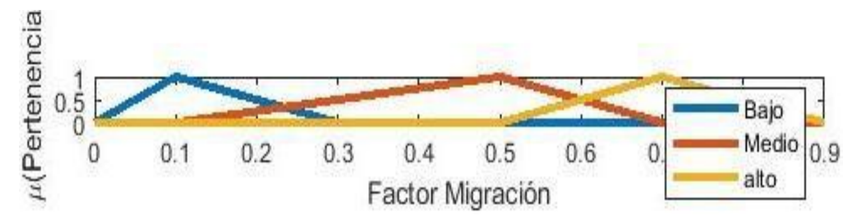


Figura 15. Conjunto difuso de la variable Factor de la migración

Bajo. – El coeficiente de pertenecía es 1 para el valor de 0.1 y su coeficiente de pertenecía es 0 para los valores 0 y 0.3.
Media. – El coeficiente de pertenecía es 1 para el valor de 0.5 y su coeficiente de pertenencia es 0 para los valores 0.1 y 0.7.
Alto. – Para coeficiente de pertenecía es 1 para el valor de 0.7 y su coeficiente de pertenencia 0 para los valores de 0.5 y 0.9.

En lo siguiente se define las funciones de pertenencia a los conjuntos difusos:

Cuadro 45. Funciones de pertenencia de FM

Variables lingüísticas	Función de pertenencia	
Bajo(x) =	0	si x ≤ 0
	$\frac{x-0}{0.1-0}$	si 0≤ x ≤ 0.1
	$\frac{0.3-x}{0.3-0.1}$	si 0≤ x ≤ 0.3
	0	si x≥ 0.3
Medio (x) =	0	si x ≤ 0.1
	$\frac{x-0.1}{0.5-0.1}$	sí 0.1 ≤ x ≤ 0.5
	$\frac{0.7-x}{0.7-0.5}$	si 0.5≤ x ≤ 0.7
	0	si x≥ 0.7
Alto (x) =	0	si x ≤ 0.5
	$\frac{x-0.5}{0.7-0.5}$	si 0.5 ≤ x ≤ 0.7
	$\frac{0.9-x}{0.9-0.7}$	si 0.5≤ x ≤ 0.7
	0	sí x≥ 0.9

Variable de entrada 2: Efecto migración (EM)

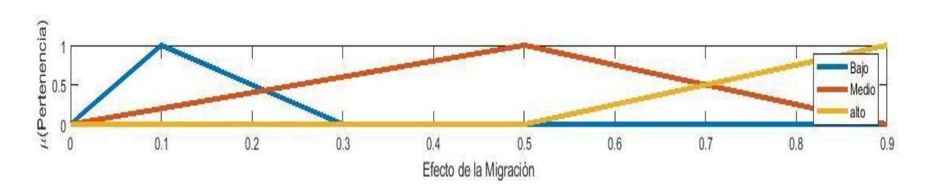


Figura 16. Conjunto difuso de la variable Efecto de la migración

La variable Efecto de Migración (EM) se predetermino 3 conjuntos difusos, con el universo de discurso que comprende en la escala valores del cuadrante x positivo los valores entre 0 y 0.9.

Bajo. - El Coeficiente de pertenencia es 0 para el valor de 0.3 y coeficiente de pertenencia 1 para los valores iguales o menores a 0.1.

Medio. – El Coeficiente de pertenencia de 0 para valores de 0.5

y crecientes de pertenecía 0 para valores 0 y 0.9.

Alto. – El coeficiente de partencia es 0 para valores de 0.5 y coeficiente de pertenencia 1 para los valores igual o mayores a 0.5.

A continuación, definiremos las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos.

Cuadro 46. Funciones de pertenencia EF

Variables lingüísticas	Función de pertenencia	
Bajo(x) =	0	si x > 0.3
	$\frac{0.3-x}{0.3-0}$	si 0≤ x ≤ 0.1
	$\frac{0.3-x}{0.3-0.1}$	si 0.1≤ x ≤ 0.3
	0.1	si x< 1
Medio (x) =	0	si x ≤ 0.1
	$\frac{x-0}{0.5-0}$	sí 0 ≤ x ≤ 0.5
	$\frac{0.9-x}{0.9-0.5}$	si 0.5≤ x ≤ 0.9
	0	si x≥ 0.9
Alto (x) =	0	si x ≤ 0.9
	$\frac{x-0.5}{0.5-0.5}$	si 0.5 ≤ x ≤ 0.9
	$\frac{1.3-x}{1.3-0.4}$	si 0.9≤ x ≤ 1.3
	0	sí x≥ 1.3

Variable de entrada 3: Desarrollo Emocional (DE)

A continuación, se muestra la Figura 17 donde se representa la manera de interactuar de las variables lingüísticas en el proceso matemático de Matlab.

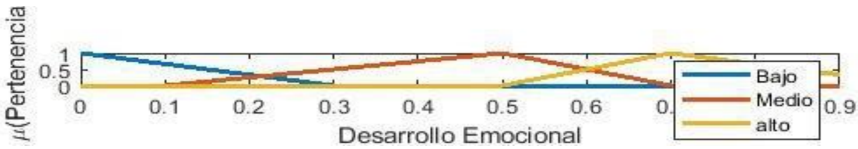


Figura 17. Conjunto difuso de la variable Desarrollo Emocional

La variable Desarrollo Emocional (DE) se estableció 3 conjuntos difusos, con el siguiente universo discurso comprendido entre los valores de 0 y 0.9

Bajo. – El coeficiente de pertenencia es 0 para el valor de 0.3 y el coeficiente de pertenencia es 1 para valores iguales o menores a 1.

Medio. – El coeficiente de pertenencia es 0.1 para el valor de 0.5 y el coeficiente de pertenencia es 1 para valores entre 0.5 y 0.7.

Alto. – El coeficiente de pertenencia es 0 para el valor de 0.5 y el coeficiente de pertenencia es 1 para los valores iguales o mayores 0.9.

A continuación, definiremos las funciones de pertenencia de los conjuntos difusos.

Cuadro 47. Desarrollo Emocional DE

Variable lingüística	Función de pertenencia	
Bajo(x) =	0	si x > 0.3
	$\frac{0.3-x}{0.3-0}$	si 0≤ x ≤ 0.1
	$\frac{0.3-x}{0.3-0.1}$	si 0.1≤ x ≤ 0.3
	0.1	si x< 1
Medio (x) =	0	si x ≤ 0.1
	$\frac{x-0}{0.5-0}$	sí 0 ≤ x ≤ 0.5
	$\frac{0.7-x}{0.7-0.5}$	si 0.5≤ x ≤ 0.7
	0	si x≥ 0.7
Alto (x) =	0	si x ≤ 0.7
	$\frac{x-0.5}{0.5-0.5}$	si 0.5 ≤ x ≤
	0.7	
	$\frac{1.3-x}{1.3-0.4}$	sí 0.7≤ x ≤ 1.3
	0	sí x≥ 1.3

Variable de salida: Desarrollo Emocional Adolescentes (DEA)

Para la variable Ajuste de DEA, se estableció 5 conjuntos difusos, con un universo de discurso que comprende entre los valores de 0 y 0.9.

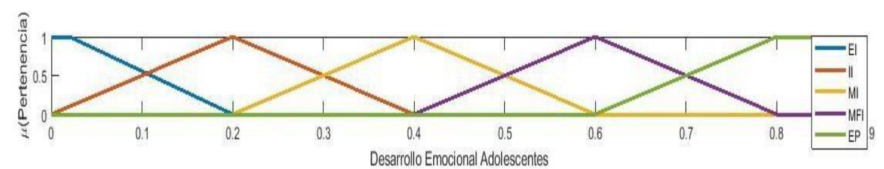


Figura 18. Conjunto difuso de la variable

Exactamente igual (EL). – El coeficiente de pertenencia es 0 para el valor de 0 y coeficiente de pertenencia 1 para los valores iguales o menores -0.1.

Igual importancia (II). – El coeficiente de pertenencia de 1 para valor de 0 y coeficiente de pertenencia 0 para valores entre 0.4

Moderadamente importante (MI). – El coeficiente de pertenecía 0 para el valor de 0.4 y coeficiente de pertenencia 0 para los valores 0.2 y 0.5.

Muy fuerte importante (MFI). – El coeficiente de pertenencia de 0 para el valor de 0.4 y el coeficiente de pertenencia 1 para los valores iguales o mayores a 0.5 y 0.8.

Extremadamente preferido (EP). – El Coeficiente de pertenencia de 0.4 para el valor de 0.5 y coeficiente de pertenencia 1 para valores igual o valores a 0.5 y 0.8.

La identificación de las variables lingüísticas de entrada y salida que permitirán dar una respuesta usando el Modelo Heurístico AHP Difuso, Técnicas de Lógica Difusa en Matlab se pueden observar en el cuadro 48.

Cuadro 48 Matriz de inferencia difusa

Desarrollo emocional adolescentes (DEA)	Efecto Migración		
Factor Migración	Bajo	Normal	Alto
Bajo	S	M	L
Normal	F	M	D
Alto	F	L	D
Desarrollo Emocional	Bajo	Normal	Alto

Reglas de Inferencia

Se elige trabajar por las tres variables de entrada y con una variable de salida lo cual permite construir una matriz de inferencia difusa (FAM). Las reglas están formadas de la siguiente manera: Fuerte; Severo; Moderado; Leve y Débil.

2.8 Diseño del Modelo Heurístico AHP Difuso, Técnicas de Lógica Difusa utilizando herramientas de Matlab para determinar el nivel de factor de incidencia

Diseño del controlador difuso

El siguiente controlador difuso recibe 4 entradas (input)) en los que se le aplicara el proceso de Fuzzificación aplicando las reglas, de agregación de la salida Defuzzicación.

Para la Fuzzificación es necesario en las variables individuales establecer funciones de pertenencias por lo tanto para este análisis será utilizada de tipo trapezoidal y triangulares.

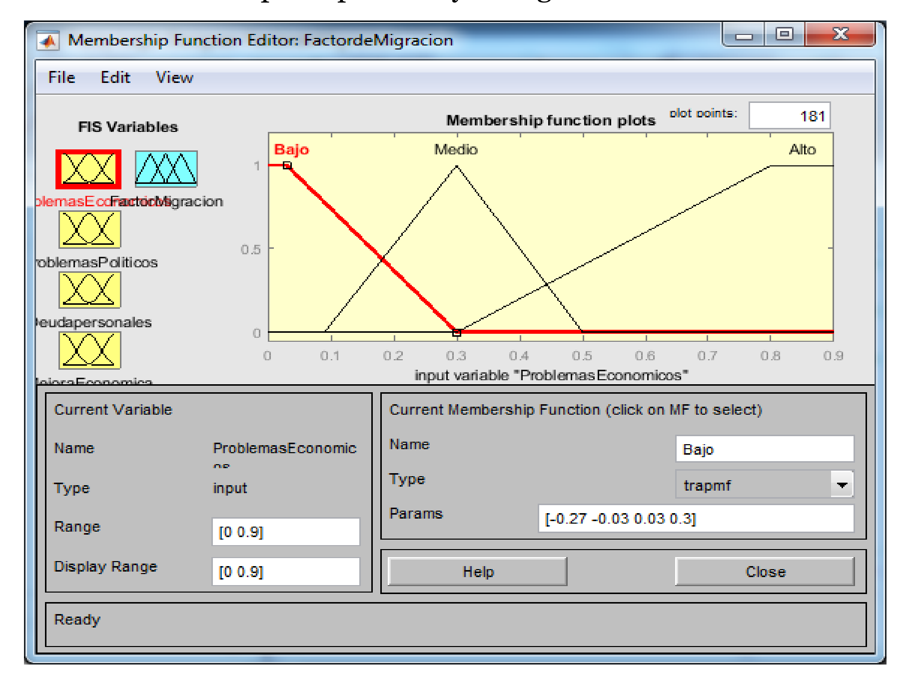


Figura 19. Función de Pertenencia Problemas Económicos

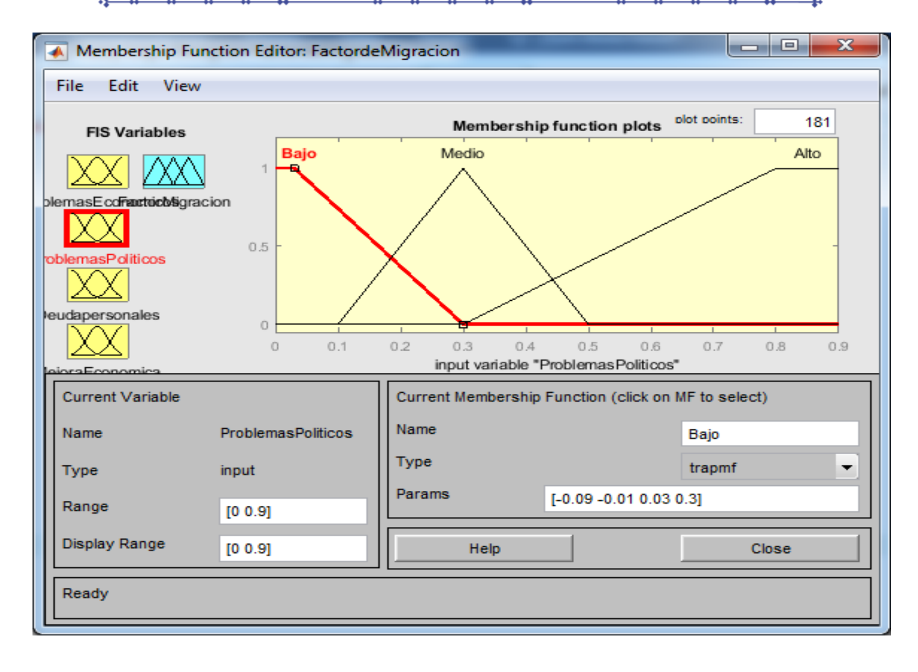


Figura 20. Función de Pertenencia Problemas Políticos

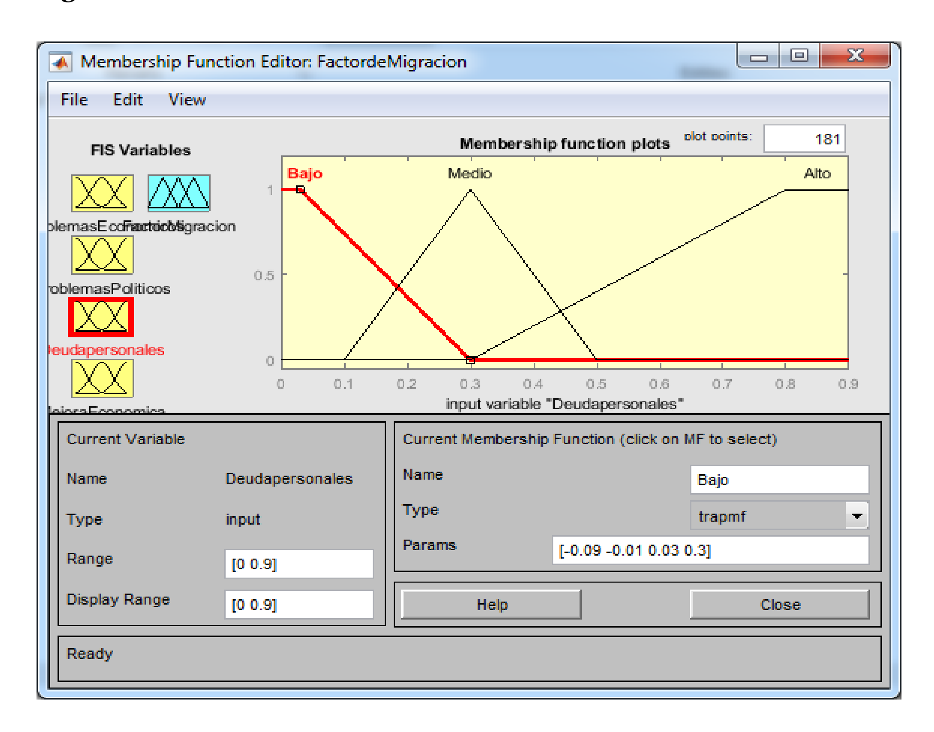


Figura 21. Función de Pertenencia Deudas Personales

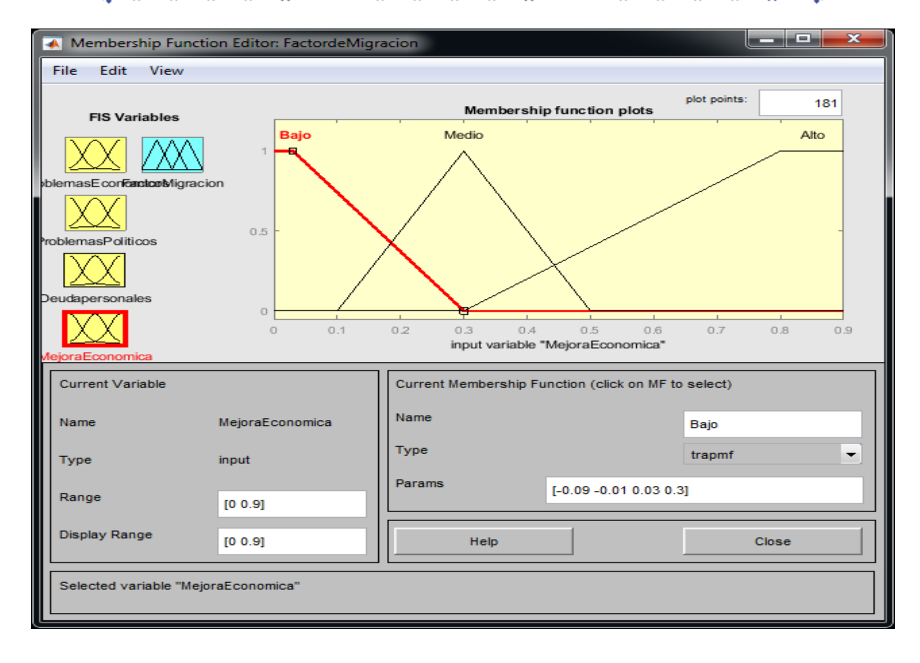


Figura 22. Función de Pertenencia de Mejora Económica

De la misma forma, posee una salida (Factor de Migración) para esta se definieron la siguiente función de pertenencia.

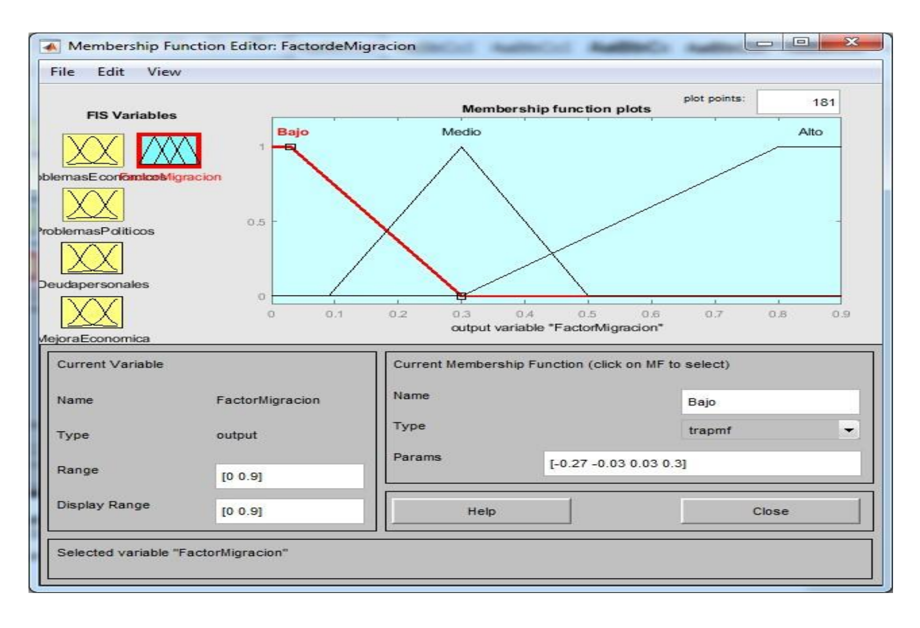


Figura 23. Función de Pertenencia de Factor de Migración

A continuación, se ingresan las reglas difusas al controlador mediante el diseño de la siguiente matriz (Figura 24).

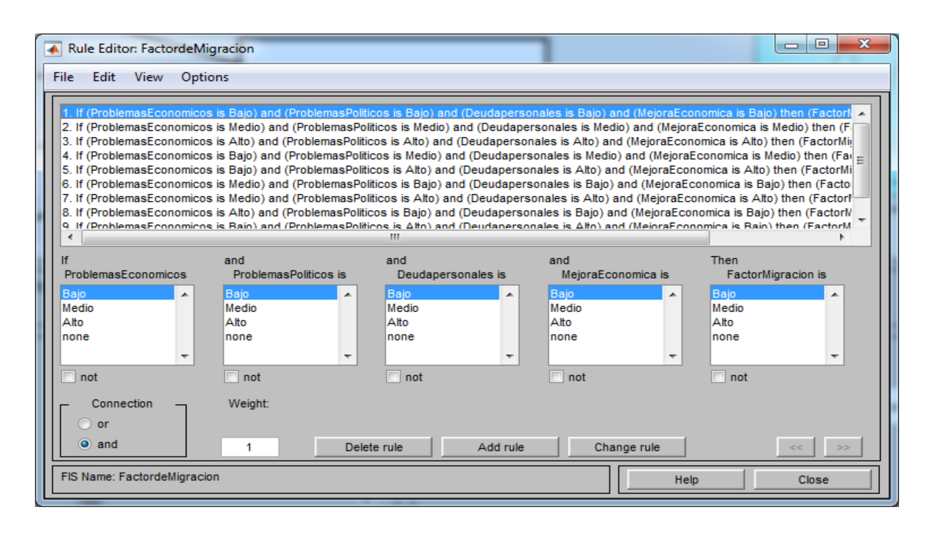


Figura 24. Reglas difusas para el Factor de Migración

A continuación, en la gráfica de la Figura 25 se observa el proceso de análisis para la salida de la respuesta del controlador difuso de factor de migración se obtiene el resultado de 12% valor que servirá para determinar el factor de incidencia en el desarrollo emocional.

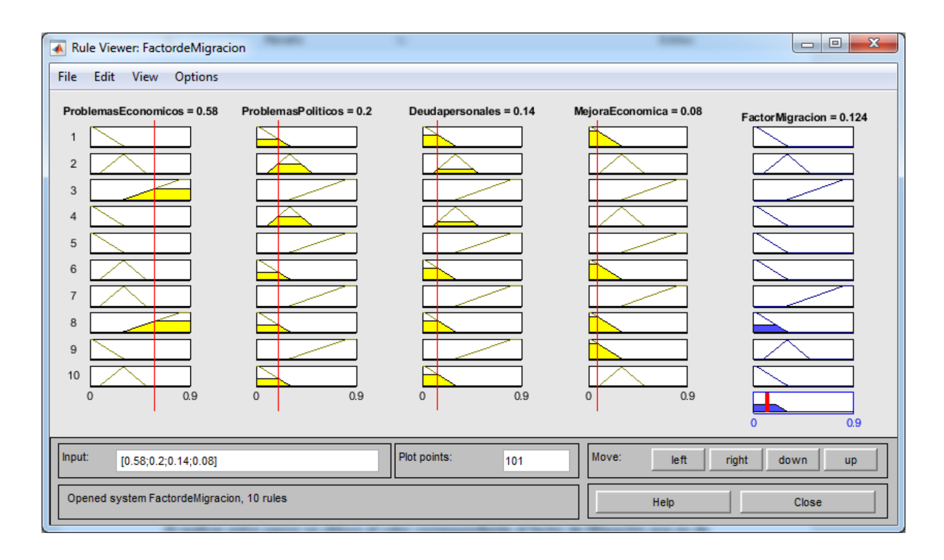


Figura 25. Evaluación de Reglas para determinar el Factor de Migración

Controlador difuso para efecto de la migración

El siguiente controlador difuso recibe 4 entradas (input)) en los que se le aplicara el proceso de Fuzzificacion aplicando las reglas, de agregación de la salida conocidas como Defuzicacion para obtener el nivel correspondiente al efecto de la migración, en la Figura 26 que se muestra a continuación se puede observar el diseño de las funciones a evaluar.

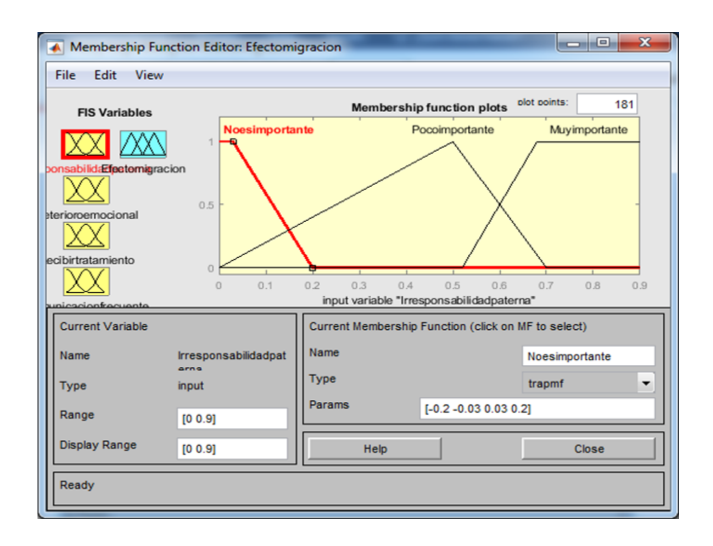


Figura 26. Función de pertenencia nivel de Irresponsabilidad Paterna

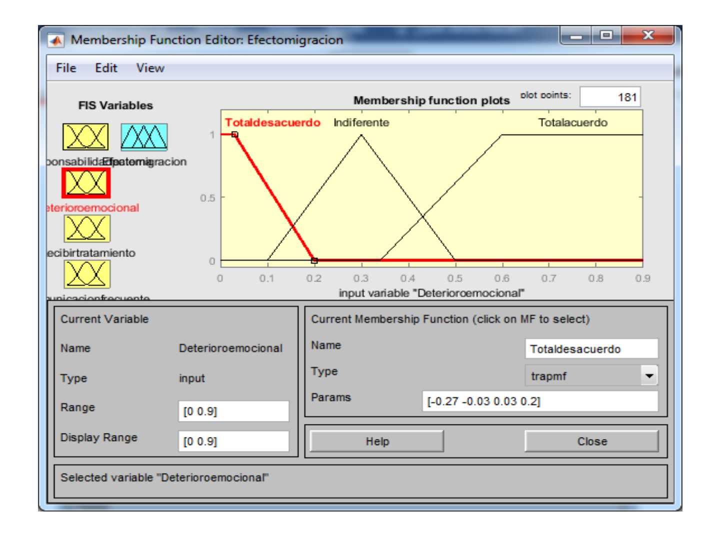


Figura 27. Función de pertenencia para el Deterioro Emocional

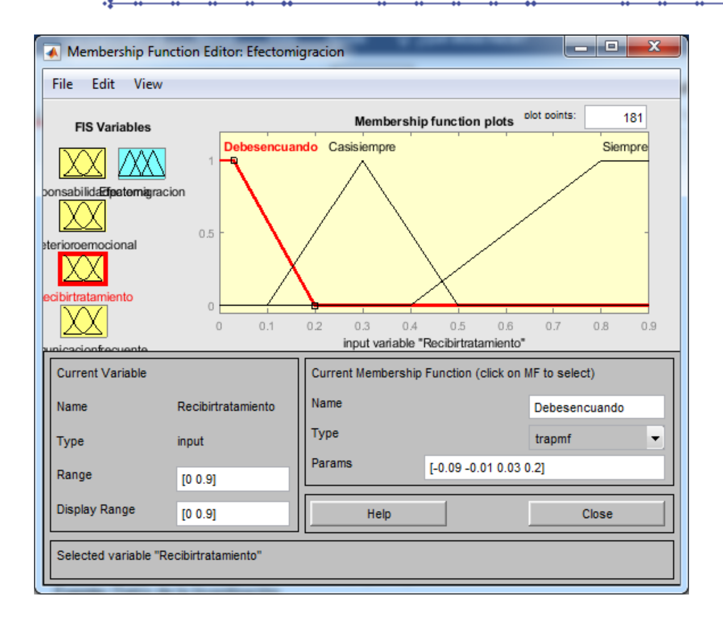


Figura 28. Función de pertenencia del nivel de Recibir Tratamiento

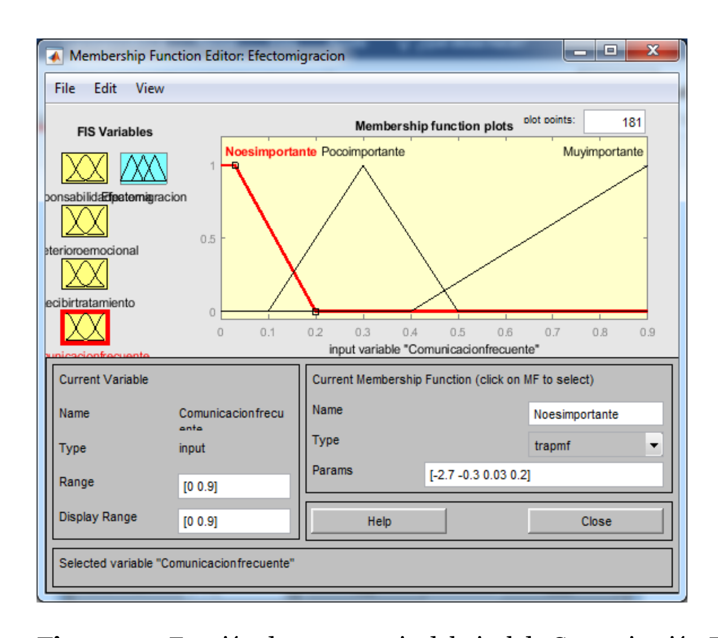


Figura 29. Función de pertenencia del nivel de Comunicación Frecuente

A continuación, se muestra el diseño de salida (Efecto de la Migración) donde se asocia las funciones de pertenencia correspondientes.

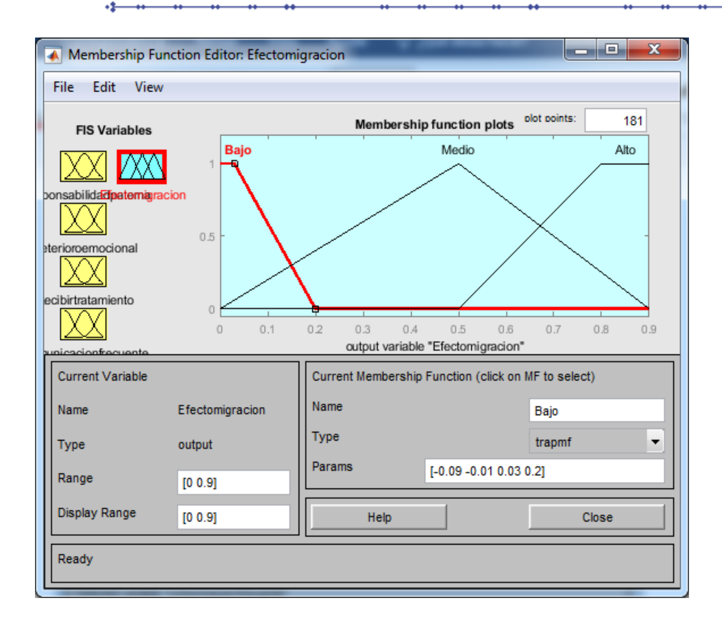


Figura 30. Función de Pertenencia de Efecto de la Migración

Luego de la elaboración del controlador difuso se procede a crear las reglas para determinar el nivel de efecto de la migración. En la Figura 31, se muestra las reglas aplicadas en el controlador

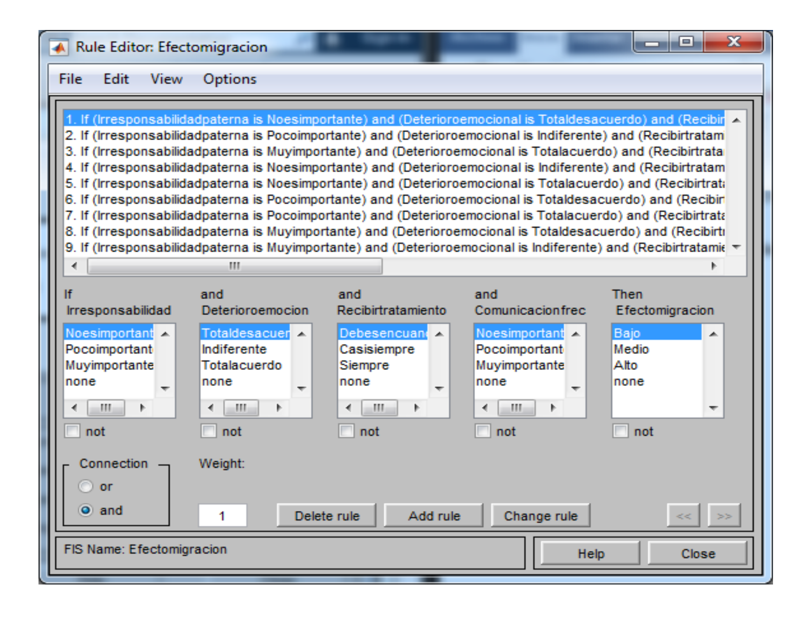


Figura 31. Reglas difusas para el Efecto de Migración

Al realizar la Defuzzificación del controlador de efecto de la migración se obtuvo el siguiente resultado de 37 valor porcentual que será usado en el controlador final que mostrará el factor de incidencia.

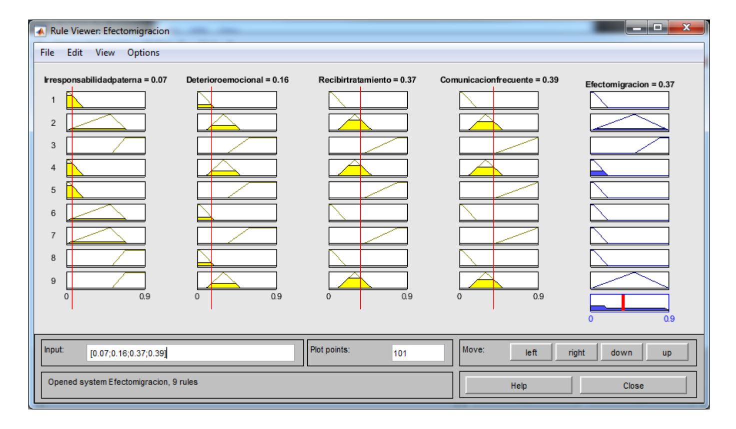


Figura 32. Función de Pertenencia de Efecto de Migración

Controlador difuso para el desarrollo emocional del adolescente

El siguiente controlador difuso recibe 4 entradas (input) en los que se le aplicara el proceso de Fuzzificación aplicando las reglas, de agregación de la salida Defuzzicación.

Para la Fuzzificación es necesario en las variables individuales establecer funciones de pertenencias por lo tanto para este análisis será utilizada de tipo trapezoidal y triangulares.

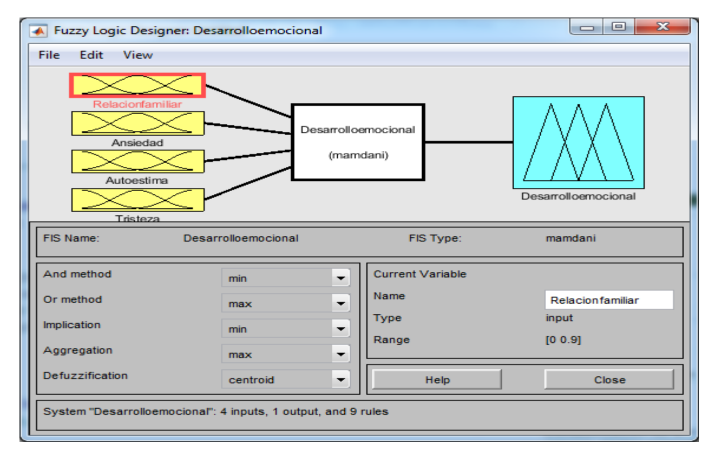


Figura 33. Función de pertenencia para el nivel de relación familiar

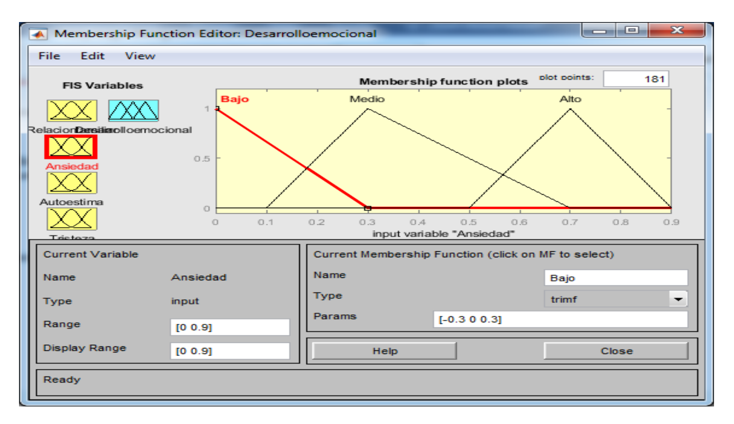


Figura 34. Función de pertenencia para el nivel de Ansiedad

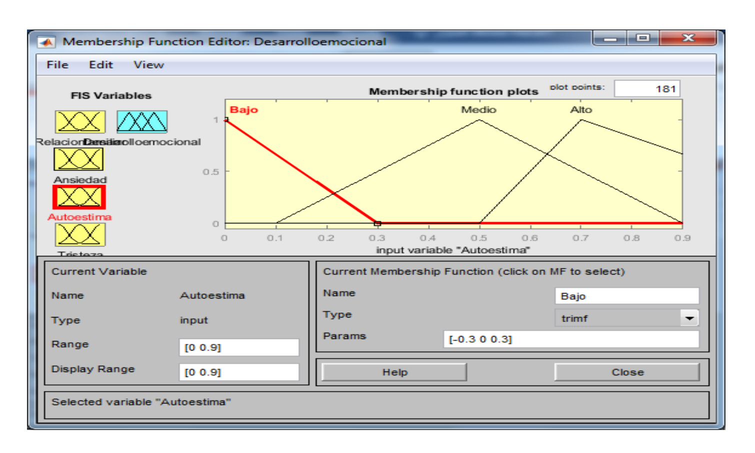


Figura 35. Función de pertenencia del nivel de Autoestima

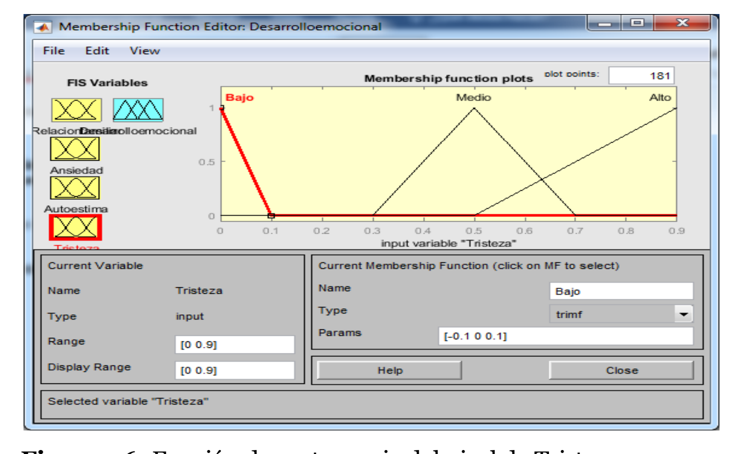


Figura 36. Función de pertenencia del nivel de Tristeza

De la misma forma, posee una salida (Desarrollo emocional) y se definió la siguiente salida.

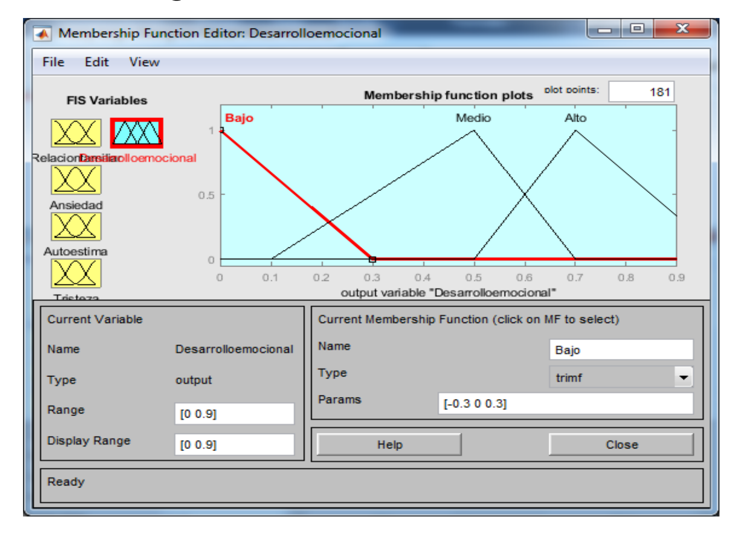


Figura 37. Función de Pertenencia del Desarrollo Emocional

A continuación, se ingresan las reglas difusas que va a manipularse en el controlador.

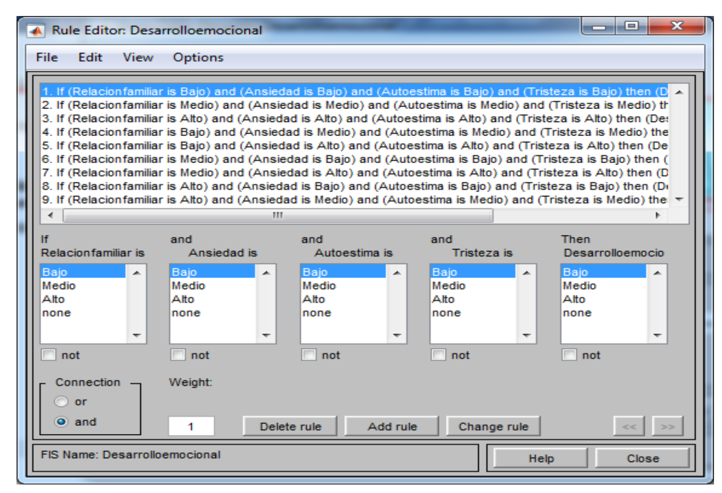


Figura 38. Reglas difusas para el Desarrollo Emocional

Al realizar la Defuzzificación del controlador de desarrollo emocional se obtuvo el siguiente resultado de 45 valor porcentual que será usado en el controlador final que mostrará el factor de incidencia.

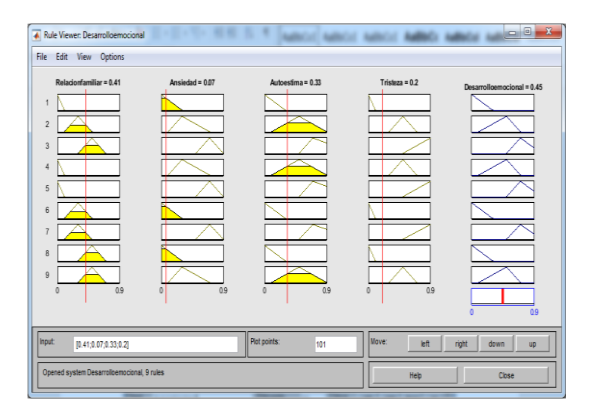


Figura 39. Evaluación de Reglas para determinar el Desarrollo Emocional

2.9 Respuesta de la evaluación del factor de incidencia en el desarrollo emocional del adolescente a causa de migración de familiares cercanos

Una vez realizados estos pasos se procede a ingresar los valores obtenidos de cada controlador para el factor de migración (12%) para el efecto de migración (37%) y el desarrollo emocional (45%) para así poder determinar mediante el controlador difuso el factor de incidencia este proceso se puede visualizar en la Figura 40.

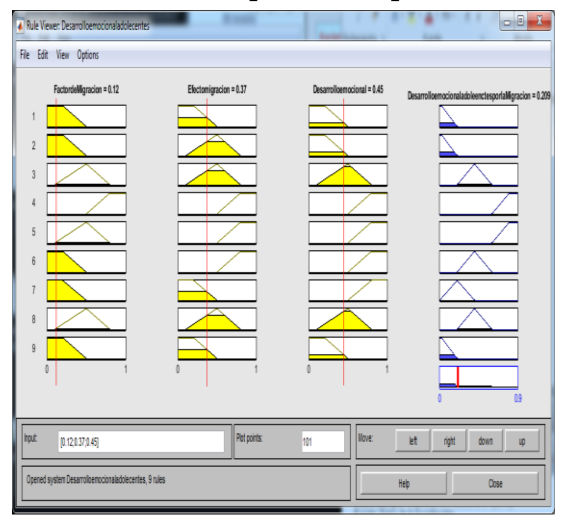


Figura 40. Evaluación de reglas para determinar el Factor de Incidencia en el Desarrollo Emocional

Al realizar estos pasos se obtuvo el valor correspondiente al factor de incidencia en el desarrollo emocional del adolescente a causa de migración de familiares cercanos el cual se obtuvo un nivel de 21% de incidencia mostrando que los adolescentes que fueron objeto de estudio no sufrieron un deterioro emocional alto sino bajo.

Se utilizó Neutrosofía de Valor Único para priorizar y realizar los escenarios que se presentan en 3 bloques que se desarrolló para obtener un resultado, ordenar y seleccionar la mejor alternativa para tratar el adolescente.

Vamos a detallar cada una de las actividades que tenemos en la propuesta que se presenta a continuación.

Establecer marco de evaluación: se seleccionó nuestros criterios para ser evaluados y priorizarlos.

$y = \{y_1, y_2, y_3\}$ con ≥ 2, solo tenemos 3 posibles criterios a evaluar.

$a = \{a_1, a_2, a_3\}$ con ≥ 2, para nuestro tema solo hay 3 posibles conjuntos de alternativas Se define de la siguiente manera.

En el caso para evaluar las 3 alternativas (Bloques) para determinar el mayor que afecta como se describe en la siguiente tabla:

Cuadro 49. Bloque a evaluar

Id	Nombre	Descripción
1	FM	Factor migración
2	EM	Efecto migración
3	DE	Desarrollo emocional

Los criterios que intervienen en la evaluación son los siguientes a1: Adolescente a2: Adolescente a3: Adolescente

Los conjuntos de alternativas a evaluar son los siguientes c1: FM c2: EM c3: DE

Para determinar la evaluación se emplearán las siguientes etiquetas lingüísticas para el uso de Neutrosofía misma que están dada por este método (SVN).

Cuadro 50. Términos lingüísticos implementados

Términos lingüísticos	Números SVN
Extremadamente Buena (EB)	(1,0,0)

Términos lingüísticos	Números SVN
Muy Muy Buena (MMB)	(0.9,0.1,0.1)
Muy Buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena(B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente Buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Mediana (M)	(0.50,050,0.50)
Medianamente Mala (M DM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (M)	(0.30,0.75,0.70)
Muy Mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy Mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente Mala (EM)	(0,1,1)

Ya establecido el marco de la evaluación se procede a escoger la información necesaria del cuadro 50, se procedió a hacer la escala de comparación de Saaty con las etiquetas lingüísticas para poder determinar un mejor funcionamiento para las reglas.

Cuadro 51. Modificado a Etiquetas Lingüísticas

Escala de comparación de Saaty	Etiquetas lingüísticas
Exactamente igual	Medio (M)
Igualmente importante	Medianamente buena (MDB)
Moderadamente importante	Buena (B)
Muy fuerte importante	Muy muy malo (MMM)
Extremadamente preferido	Extremadamente Malo (EM)

Se realiza la tabla de reglas para evaluar los 3 adolescentes como se expresa de la siguiente manera.

Cuadro 52. Resultado de Reglas

	a1	a2	a3
c1	M	B	EM

c2	MDB	B	MMM
c3	M	MMM	EM

Para la evaluación de esta matriz de números Neutrosóficos de Valor Único aplicamos un vector de peso ya definidos por el SVN que será el siguiente peso W=(0.55, 0.26, 0.19). Los números Neutrosófico de Valor Único estable un vector de peso para realizar el análisis con las respectivas variables lingüísticas.

Este es el siguiente peso a1= {y1(M), y2(MDB), y3(M)}.

A continuación, se procede a realizar Las evaluaciones de acuerdo con las opiniones de decisores a través del operador SVNWA e implementarlo en Jupyter.

Implementación mediante Jupyter

Se procedió a ingresar el conjunto de alternativas en el código de Jupyter para demostrar el nivel de afectación de cada bloque y para ordenar la afectación usaremos la función de puntuación y precisión para conjuntos SVN-sets, podemos clasificar el orden de afectación más alto al más bajo para ordenar alternativas se va a utilizar la siguiente fórmula:

$$S(Vj)= 2 + T_j – F_j – I_j$$

Proceso de Técnicas de Lógica Difusa aplicadas en Neutrosofía de Valor Único para las simulaciones en el algoritmo usado en Jupyter

Al simular los tres posibles escenarios se evaluaron las siguientes alternativas lingüísticas dadas por la tabla de números neutrosóficos considerándose como escenario alto, medio, bajo

Cuadro 53. Resultados de la evaluación de los diferentes escenarios dados

	Agregación	Afectaciones adolescentes	Nivel tratar
a1	(0.53,0.46, 0.47)	1,61	2
a2	(0.63, 0.32, 0.37)	1.94	1
a3	(0.03, 0.97, 0.97)	0.09	3

Mediante la función de puntuación se procede a categorizar cada alternativa quedando de la forma que se muestra en la figura 41.

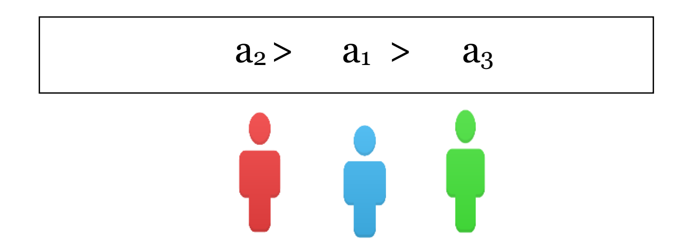


Figura 41. Priorización de Adolescente según su nivel de Estado Emocional

La simulación del algoritmo muestra como el adolescente a2 se ha visto un alto factor de incidencia en el desarrollo emocional a causa de migración de familiares cercanos al igual que el adolescente a1.

2.10 Conclusiones

A través de herramientas computacionales de análisis y procesamiento de datos, como lo es Matlab juntamente con herramientas de SPSS se procedió a construir un sistema de toma de decisiones bajo incertidumbre en base a técnicas de Inteligencia Artificial y se definen con el Modelo Heurístico AHP Difuso, Técnicas de Lógica Difusa juntamente con la Neutrosofía de Valor Único para el desarrollo y conclusión de la temática planteada como lo es el análisis del desarrollo emocional del adolescente frente a la migración de un familiar cercano.

El presente proyecto procede a mostrar el nivel de afectación obtenido sobre la investigación realizada a los adolescentes de 15 a 17 años, enfocándose en el nivel de incidencia en el desarrollo emocional causado por la migración de familiares cercanos, este resultado será obtenido de la evaluación de las variables respectivas como el criterio "Factor Migración", el cual se relaciona con las causas que puedan producir el motivo de migración de los familiares y que su ponderación sirve como dato de peso porcentual para un controlador difuso que a través de un proceso de Defuzzificación se determina el resultado de 12%.

También se procedió a evaluar el criterio "Efecto de Migración" el cual está conformado por el deterioro emocional de los adolescentes y que su ponderación sirve como dato de peso porcentual para un controlador difuso y que a través de un proceso

de Defuzzificación se determina el resultado de 37%.

Finalmente se evaluó el criterio “Desarrollo Emocional” lo cual está conformado por índices como la autoestima de la persona y que su ponderación sirve como dato de peso porcentual para un controlador difuso que a través de un proceso de Defuzzificación se determina el resultado de 45%.

Una vez obtenidos estos valores se procede a examinar el grado de pertenencia triangular y trapezoidal que son idóneas para determinar el grado de afectación emocional del adolescente, este valor es representado por la cantidad de 21% del cual se determina que para los Adolescentes que fueron objeto de estudio presentan un nivel de afectación en su estado emocional poco comprometido acorde a la circunstancia de migración de un familiar cercano.



CAPÍTULO 3. MODELO DE RECICLAJE DE DESECHOS ESTRUCTURALES POST-SÍSMICOS BASADOS EN REDES BAYESIANAS NEUTROSÓFICAS

Los terremotos causan numerosos estragos en los países situados en la zona sísmica de alta peligrosidad, provocando daños estructurales y el colapso de sus viviendas o edificios. Esta devastación en las estructuras ha causado grandes problemas en el reciclaje de los escombros y residuos debido a que es muy difícil crear un programa eficiente para reciclar estos restos que están contaminados con bifelino ploriclorado, asbesto, plomo, resto de humanos, animales, entre otros.

La necesidad de reciclar los residuos estructurales está presente en muchos países, desde los más industrializados, como los Países Bajos y Alemania, hasta los países en desarrollo, como Bangladesh. Incluso países como Kuwait tomaron conciencia de sus necesidades y empezaron a aplicar técnicas de reciclaje. En este último país, tras la ocupación de 1990 - 1991, se ha producido un especial incremento en el tratamiento y reciclaje de grandes cantidades de residuos de escombros. Esta demanda de reciclaje de materiales es común en todos los lugares donde los edificios e instalaciones han sido dañados por los terremotos (Montoya, 2003).

Poniendo como ejemplo el caso ocurrido en Ecuador que el 16 de abril de 2016 sufrió una gran catástrofe natural con una magnitud de 7,8 en la escala de Richter, provocando derrumbes de edificios. Entonces, se realizó la correspondiente recogida de estructurales que habían caído a causa del terremoto. Estos escombros de

edificios han terminado en espacios públicos que se convierten en basureros.

(El Comercio, 2016) Menciona, "Alcívar explicó que los escombros levantados en la zona del desastre son trasladados a tres terrenos baldíos ubicados en las periferias de Pedernales. Las escenas de camiones transportando restos de muros, piedras y fierros retorcidos son recurrentes en las vías de acceso a la ciudad de Pedernales".

Mujeres, hombres y niños removían los escombros en busca de chatarra para venderla a las fundiciones. Les cobraban 4 dólares por quintal. Sin importar el riesgo para la salud y el peligro, aún hay grupos de mineros que acuden a las escombreras para rescatar cualquier pedazo de alambre. Por esta razón, la Policía instaló una carpa de control, para evitar el ingreso de recicladores y autos particulares que arrojan los escombros en lugares cercanos a la vía y puntos no permitidos (El Comercio, 2016).

El propósito de esta investigación es desarrollar una interfaz web usando software libre en lenguaje Python para el diseño de un modelo de reciclaje de desechos estructurales post-sísmicos basadas en redes bayesianas neutrosóficas (León Mayorga & Ortega Plúas, 2019).

3.1 El problema del reciclaje de desechos estructurales post- sísmicos

Ecuador es un país ubicado en una zona de alto riesgo sísmico. Después del terremoto del 16 de abril de 2016, se han presentado muchos casos de sismos en diferentes lugares especialmente en la costa ecuatoriana lo que ha provocado colapsos en las estructuras de casas, edificios, entre otros.

El reciclaje de escombros es una necesidad debido a que nuestro país carece de plantas de reciclaje de residuos debido a las demoliciones y el problema es que las personas arrojan sus residuos en cualquier lugar o los utilizan como basureros lo cual puede causar enfermedades a la comunidad siempre y cuando no se recicle adecuadamente.

El reciclaje de escombros es un tipo de reciclaje poco desarrollado en general, a pesar de la gran cantidad que se produce en sectores como la construcción, la obra pública y la industria y por derrumbes de edificios debido a terremotos en los que encontramos materiales como el hormigón, la cerámica, el cemento o los ladrillos, que podrían reciclarse con relativa facilidad, pero que

suelen encontrarse en los escombros, todo tipo de material eléctrico, plástico y en ocasiones residuos tóxicos (Inforeciclaje, 2019).

Los residuos sólidos o residuos de la construcción tienen un ciclo de vida que incluye seis etapas, como se muestra en la Figura 42.

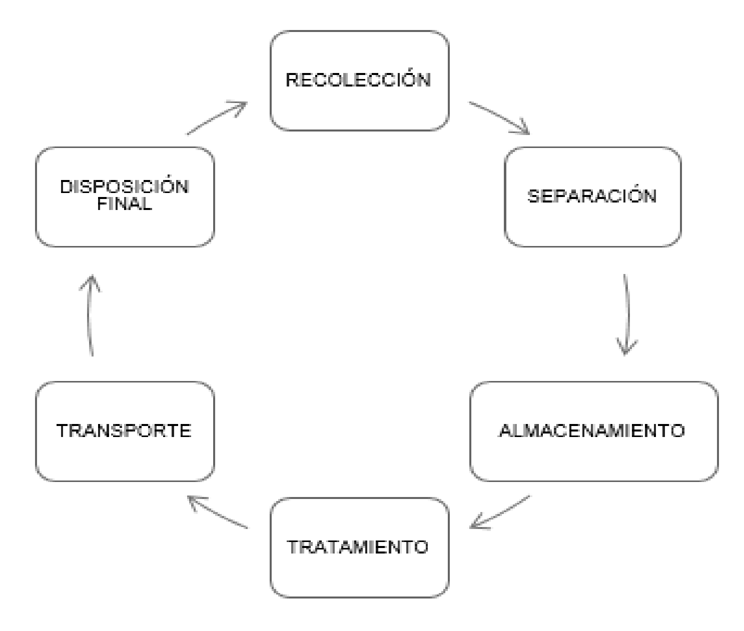


Figura 42. Ciclo de Vida de los Desechos de Construcción

Es importante entender los términos desechos y residuos, ya que hay muchas diferencias entre ellos. Los residuos son aquellos materiales sobrantes de los procesos que tienen el potencial de ser reutilizados. Los residuos son aquellos materiales que ya no tienen el potencial de ser reciclados, recuperados o reutilizados y, por lo tanto, deben ser desechados. La composición y cantidad de los residuos depende del proceso del que proceden, es decir, si son producto de los desprendimientos generados por los terremotos o de la demolición de estructuras nuevas o antiguas que han terminado su vida útil (Leandro, 2007).

Los terremotos se pueden medir de acuerdo a su magnitud, que es la forma de medir la intensidad que se define de acuerdo a los daños causados a las edificaciones, los efectos de la naturaleza y las reacciones que puedan tener las personas. Obviamente las consecuencias también dependerán de la profundidad a la que se haya producido el movimiento telúrico, la distancia a la que nos encontremos del epicentro, en términos generales las condiciones

geológicas de la zona afectada (Zamora, 2016).

Actualmente se utilizan otras escalas que toman como referencia diferentes parámetros: algunas fórmulas utilizan la duración, otras la amplitud y, en otros casos, la Magnitud de Momento Sísmico (Mw), que es la amplitud de la falla, es decir, el tamaño de la superficie que rompe el terremoto. Estas magnitudes son formas objetivas de medir el tamaño del terremoto, pero otra forma es la intensidad, que se evalúa según las consecuencias que tiene. En España utilizan una escala para medir la intensidad llamada EMS-98 (Escala Europea de Intensidad Macrosísmica) (Zamora, 2016).

Se divide en 12 grados y se trata de un parámetro que especifica el efecto de las sacudidas sísmicas en algún lugar afectado por un terremoto. Se mide a través de las reacciones causadas por las personas, el grado de daño causado a las edificaciones y por las alteraciones causadas en el suelo (grietas, desprendimientos, derrumbes, entre otros).

Los edificios son los elementos vulnerables más importantes ya que los daños causados por ellos pueden repercutir en las víctimas que pueda causar un terremoto. Para determinar los daños que pueden causar los siguientes terremotos, es necesario conocer el tipo de estructura y los diferentes movimientos del suelo para poder mejorar los tipos constructivos y ser más estrictos en los controles de calidad en las obras recientes. Cuando ocurre un sismo, los daños en las edificaciones están relacionados con los tipos de elementos constructivos, materiales, empleados, modo de construcción, subsuelo, topografía, entre otros (Feriche, 2014).

El daño es el grado de degradación causado por un fenómeno peligroso sobre las personas, los bienes y los sistemas naturales o sociales. Desde el punto de vista estructural, generalmente se relaciona con deformaciones irrecuperables que cualquier variable de daño debe referirse preferentemente a una determinada cantidad de deformación. La evaluación e interpretación de los daños causados por los sismos parte de la necesidad de cuantificar y explicar los efectos de este fenómeno sobre los diferentes tipos de estructuras existentes (Díaz, 2015).

En Ecuador existen alrededor de 2,7 millones de construcciones informales en las que viven cerca de 8 millones de personas; es decir, más de la mitad de la población ecuatoriana. Estas construcciones se ven afectadas cada vez que ocurren sismos o terremotos fuertes, circunstancias que no son tan extrañas ya que Ecuador atraviesa una gran falla geológica producto de la placa de Nazca. Por esta razón, el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (Miduvi) dispuso desde enero de 2015 la aplicación

obligatoria de la Norma Ecuatoriana de Construcción que se enfoca en una Norma de Construcción Antisísmica para establecer estrategias que apunten a aminorar los impactos ante los desastres naturales (Vive, 2018).

Es importante asegurarse de que tiene una construcción antisísmica. Esto significa que su estructura es de hormigón armado con columnas para resistir los movimientos sísmicos. Estos eventos naturales han afectado a varios países y es importante que las estructuras de construcción sean resistentes para evitar tragedias. Es clave comprar viviendas que sean construidas por empresas o arquitectos con trayectoria en el mercado que garanticen este tipo de construcciones (Vive, 2018).

Esta devastación en las estructuras ha provocado grandes problemas en el reciclaje de escombros y desechos porque es muy difícil crear un programa eficiente para reciclar estos restos que están contaminados con ploriclorato de bifelino, asbesto, plomo, restos humanos, animales, entre otros; esto obligó a las autoridades del cantón Portoviejo a enviar todo ese material a un botadero, que era aproximadamente una suma de 85 mil metros cúbicos por día.

En cuanto al manejo del reciclaje de los daños estructurales post terremoto en nuestro país no existen plantas dedicadas a reciclar, reutilizar este material de escombros como materia prima o utilizarlo como relleno y en caso de que los escombros no sean reciclados deben ser dispuestos con una alternativa de acumulación en rellenos sanitarios que respete la normativa ambiental y evite la contaminación ambiental.

Uno de los cantones más afectados por este fenómeno natural, es el cantón pedernales por ello que luego de dos años del terremoto del 2016 la capital manabita ha sido regenerada en un 85%, cada una de sus reconstrucciones han sido fortificadas, para reducir los daños de las estructuras que puedan causar posibles sismos en el futuro.

Los terremotos no son predecibles y sus consecuencias pueden ser muy devastadoras después de un terremoto surgen varios problemas, este tipo de catástrofes provocan estrés psicológico, daños domésticos en la población.

También ocurren fenómenos naturales como replicas que es un sismo nuevo que puede ser de mayor intensidad, causando así deslizamiento de tierras sepultando las viviendas y perdidas de vida, tsunamis o maremotos que son grandes masas de agua que va destruyendo todo lo que esté en su camino causando impacto en la población y vivienda interrumpiendo los servicios básicos, incendios que produce pérdidas de vidas y perjuicios económicos.

3.2 Resultados de la encuesta sobre el problema de estudio

A continuación, se presenta los resultados de una encuesta aplicada a pobladores de la ciudad de Guayaquil, por medio de Google Forms, sobre su conocimiento del problema del reciclaje de desechos estructurales post- sísmicos, su repercusión en la sociedad y las vías para resolverlo.

Se utilizó un muestreo de tipo aleatorio, con un tamaño de muestra de106 personas. El cuestionario, con un total de dieciocho preguntas, se dividió en tres secciones: Conocimiento, Ambiental y Salud. Los resultados de la encuesta se presentan por medio de gráficos estadísticos para cada pregunta.

De un total de 106 personas encuestadas, el 47 % de los encuestados corresponde al género masculino y el 52 % al femenino (Figura 43).

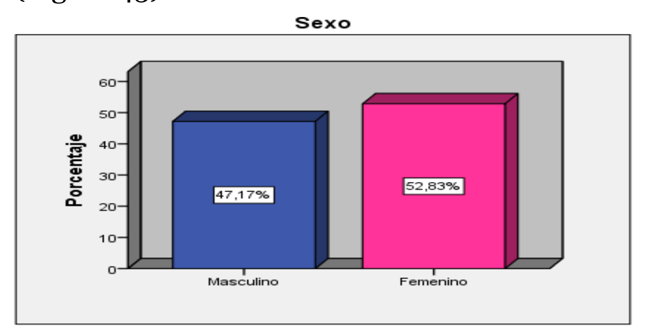


Figura 43. Representación gráfica del género de los encuestados

En la Figura 44 se muestra en gráfico estadístico, la cantidad de personas encuestados, clasificados por edad

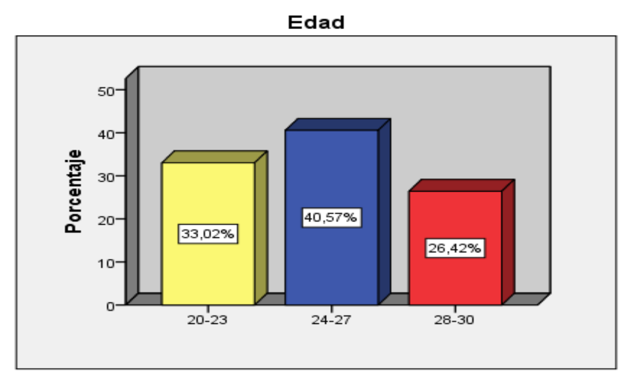


Figura 44. Representación gráfica de las edades

Se observa que el 33% de las personas cuenta con 19-23 años, el 40% posee 24-27 años y finalmente el 26% tiene 28-30 años de edad.

Sección Conocimiento

A continuación, se muestran los resultados de la aplicación de la encuesta, en las preguntas concernientes a la sección Conocimiento sobre el tema analizado (Figuras 45- 51).

¿Conoce usted que en nuestro país existen botaderos de desechos de construcción que realicen reciclaje de escombros?

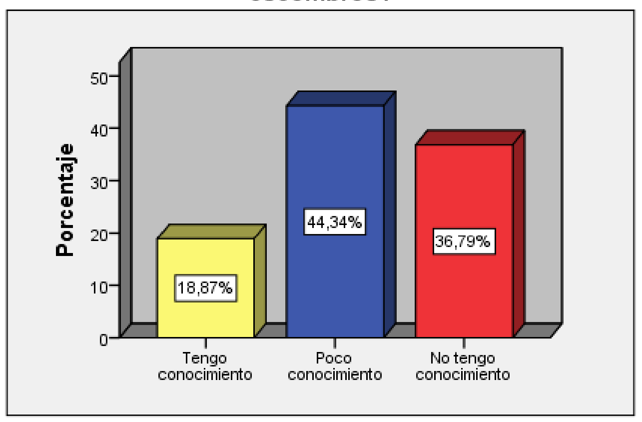


Figura 45. Representación gráfica de la pregunta 1

¿Cree usted que la reducida existencia de plantas de reciclaje produce acelerada acumulación de desechos?

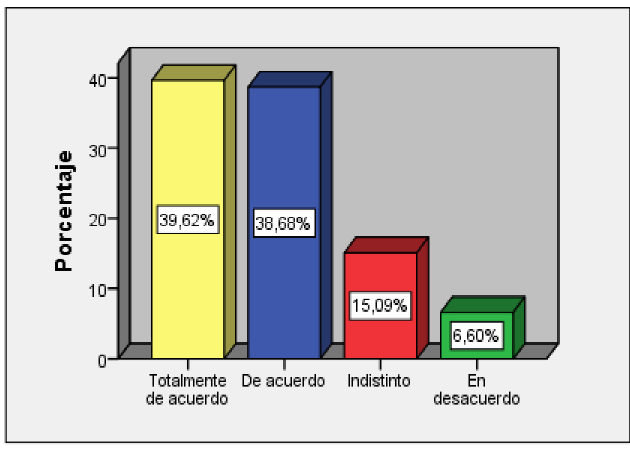


Figura 46. Representación gráfica de la pregunta 2

¿Que tipo de materiales estructurales desechados son reciclados por los centros de reciclaje?

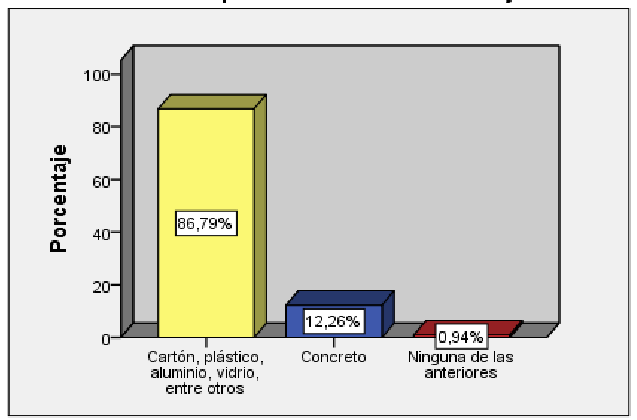


Figura 47. Representación gráfica de la pregunta 3

¿Conoce usted que los escombros contaminados con restos humanos y animales poseen algún tratamiento?

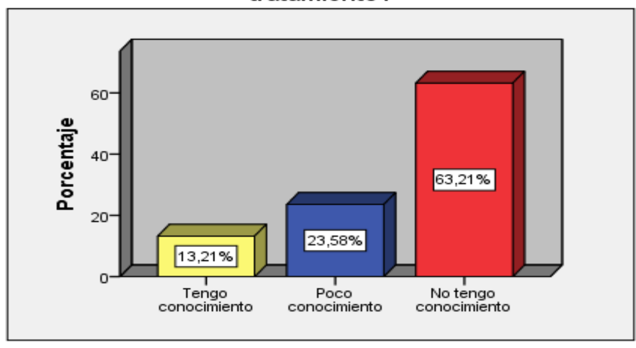


Figura 48. Representación gráfica de la pregunta 4

¿Conoce usted que los rellenos sanitarios de mayor demanda se realiza a partir de escombros de cemento?

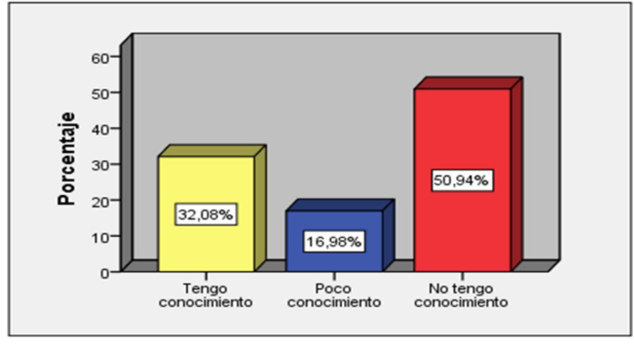


Figura 49. Representación gráfica de la pregunta 5

¿Conoce usted que ante la presencia de siniestros o desastres naturales los municipios realizan acciones como ayuda a la población?

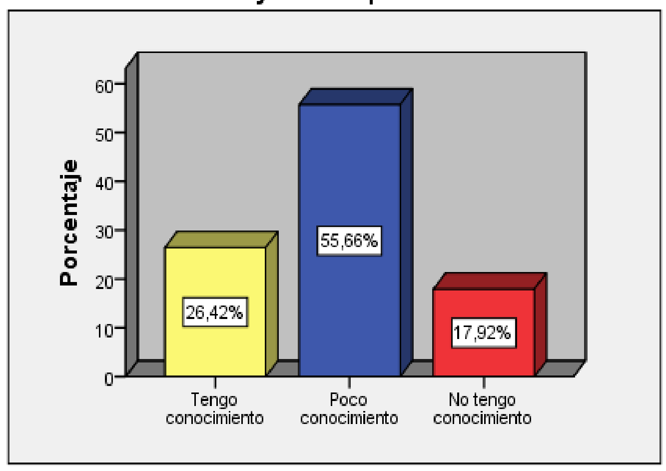


Figura 50. Representación gráfica de la pregunta 6

¿Conoce usted que los municipios cobran una tasa por trasladar los escombros?

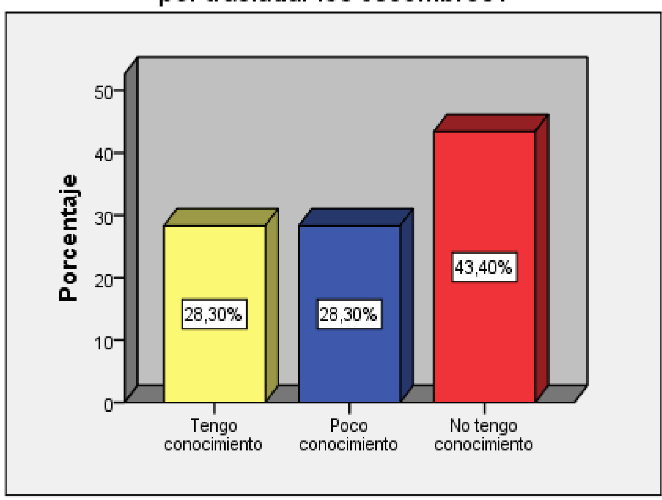


Figura 51. Representación gráfica de la pregunta 7

Sección Ambiental

A continuación, se muestran los resultados de la aplicación de la encuesta, en las preguntas concernientes a la sección Ambiental (Figuras 52- 57).

¿Cuando se realiza el reciclaje de los escombros causados por un terremoto a que lugares son trasladados esos materiales?

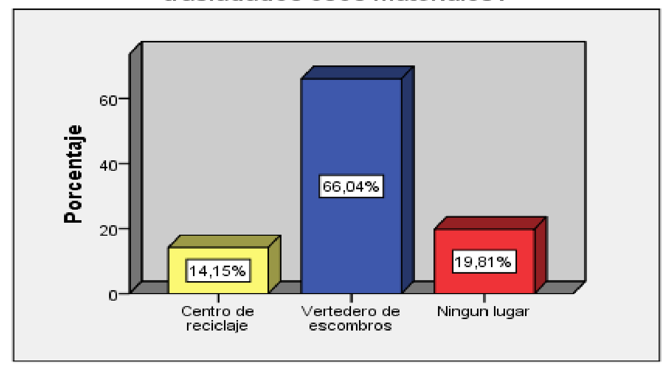


Figura 52. Representación gráfica de la pregunta 8

¿Considera usted que realizar un adecuado reciclaje disminuye el impacto ambiental?

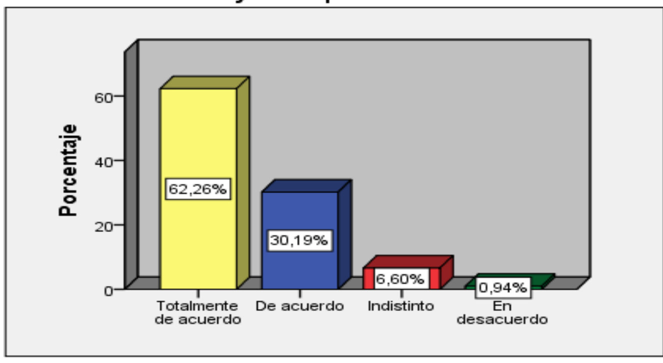


Figura 53. Representación gráfica de la pregunta 9

¿Que aspectos dificulta al realizar la clasificación de escombros?

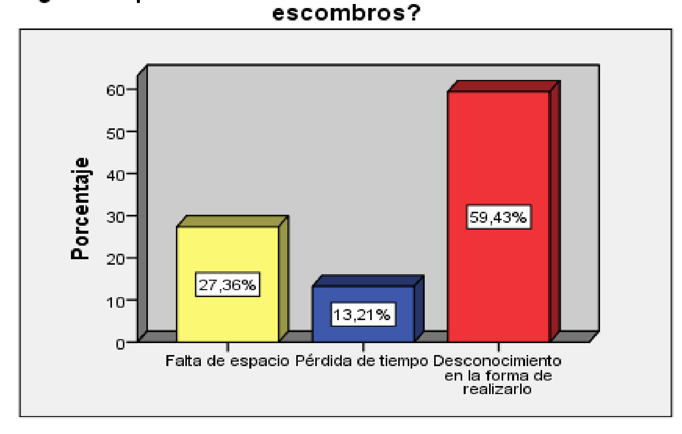


Figura 54. Representación gráfica de la pregunta 10

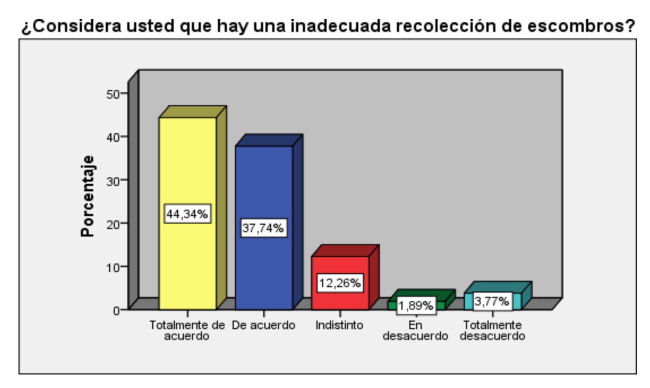


Figura 55. Representación gráfica de la pregunta 11

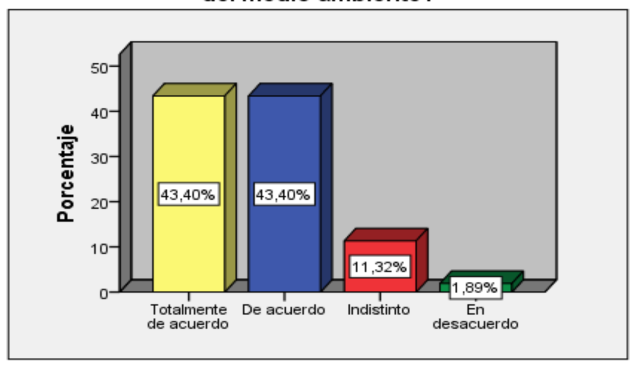


Figura 56. Representación gráfica de la pregunta 12

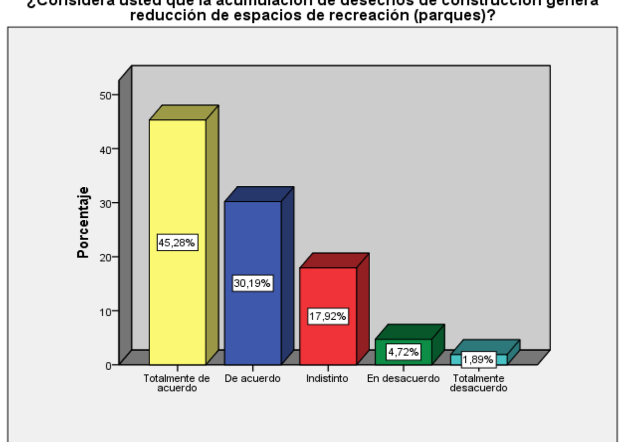


Figura 57. Representación gráfica de la pregunta 13

Sección Salud

A continuación, se muestran los resultados de la aplicación de la encuesta, en las preguntas concernientes a la sección Salud (Figuras 58- 62).

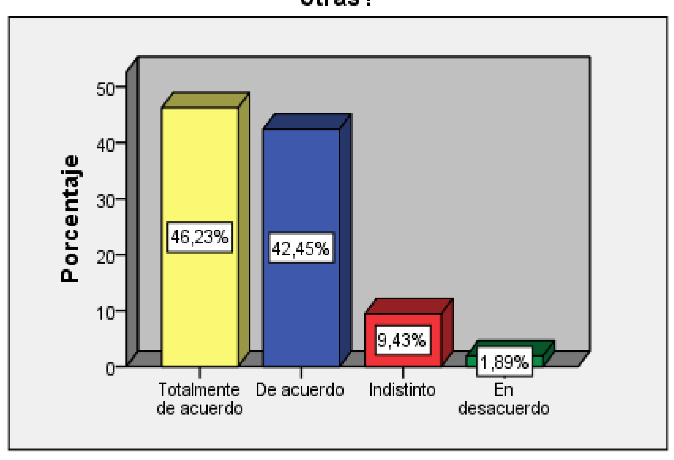


Figura 58. Representación gráfica de la pregunta 14

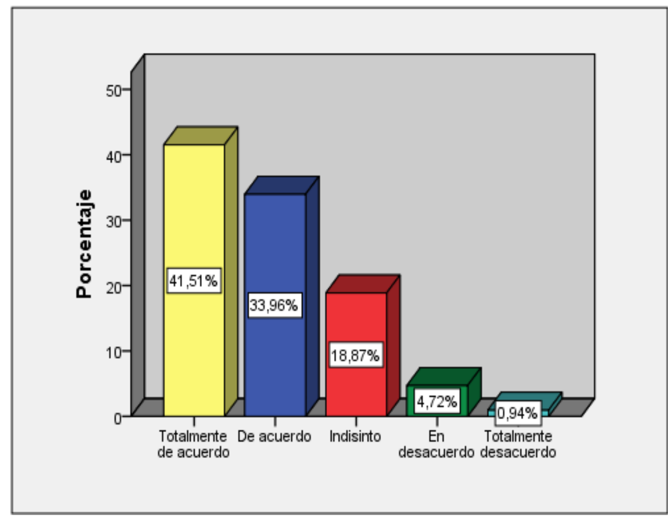


Figura 59. Representación gráfica de la pregunta 15

¿Considera usted que la acumulación de escombros produce afectaciones en el ámbito turístico?

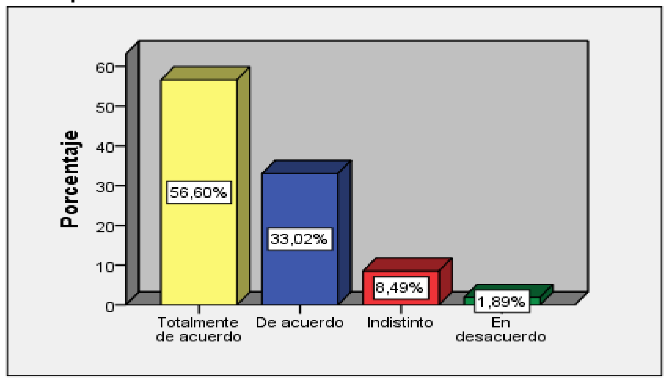


Figura 60. Representación gráfica de la pregunta 16

¿Considera usted que la acumulación de escombros produce disminución en la calidad de vida a la población?

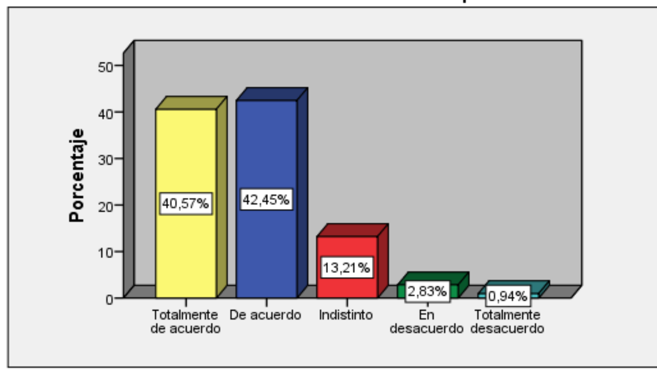


Figura 61. Representación gráfica de la pregunta 17

¿Considera usted que una plataforma informática basada en reciclaje de escombros permite generar ingresos adicionales?

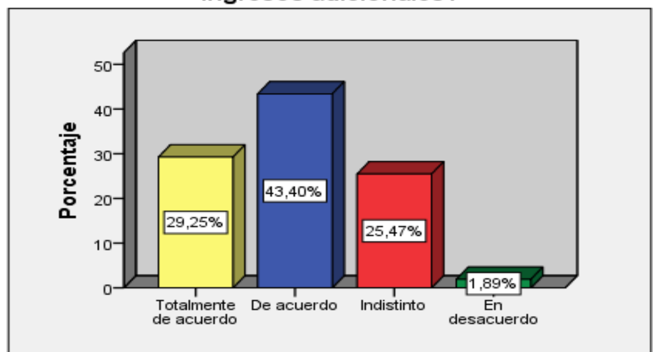


Figura 62. Representación gráfica de la pregunta 18

Los resultados de la encuesta aplicada avalan la necesidad de diseñar una metodología para la recolección y el reciclaje de escombros estructurales post sísmicos.

3.3 Aplicación de una Red Bayesiana para medir el Impacto Social de las estructuras colapsadas por sismos

Para medir el impacto social de los edificios que han colapsado a causa de un terremoto se utilizó la técnica de Inteligencia Artificial conocida como Redes Bayesianas que consta de 14 nodos que fueron seleccionado como las variables más significativas las cuales se describen a continuación:

Cuadro 54. Descripción de los nodos de la Red Bayesiana

Grupo	**Nombre**	**Variable Lingüística**
Conocimiento	Reciclaje	Ningún conocimiento Poco conocimiento Total conocimiento
	Reciclaje de escombros	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
	Relleno sanitario	Ningún conocimiento Poco conocimiento Total conocimiento
Ambiental	Traslado de escombros	Vertederos Centro de reciclaje Ninguno
	Acumulación de escombros	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
	Inadecuada recolección	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo

Grupo	Nombre	Variable Lingüística
Salud	Acumulación	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
	Enfermedades	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
	Calidad de vida	Totalmente de acuerdo De acuerdo Indiferente En desacuerdo Totalmente en desacuerdo
Resultado	Impacto social	Bajo Medio Alto

A continuación, se procederá a identificar el nodo o variable relevante para el dominio del problema la cual en nuestro caso la definimos como: Reciclaje Estructuras, la cual es considerada nodo Padre de los posteriores nodos que conforma la Red Bayesiana este nodo posee una probabilidad a priori porque no tiene un nodo padre respectivo (Figura 63).

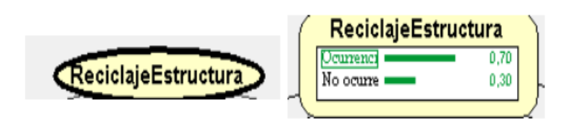


Figura 63. Diseño de Nodo Padre conteniendo una Probabilidad A Priori

Estructura de la red bayesiana construida mediante el software denominado Elvira, se aprecia los 14 nodos antes descritos con sus respectivas relaciones entre si las RB manejan la metodología de causa y consecuencia, es decir que un nodo o da nacimiento a una consecuencia, o una consecuencia es proporcionada por una o varias causas.

Los siguientes nodos se definen como nodos Hijos consecuentes del nodo padre mencionado anteriormente los cuales determinamos como: Reciclaje, Reciclaje Escombros, Relleno

Sanitario, Traslado Escombros, A. Escombros, I. Recolección, Acumulación, Enfermedades, Calidad Vida, estos nodos a su vez están tomados en consideración para determinar el estado actual de los nodos denominados como Conocimiento, Ambiental, Salud (Figura 64).

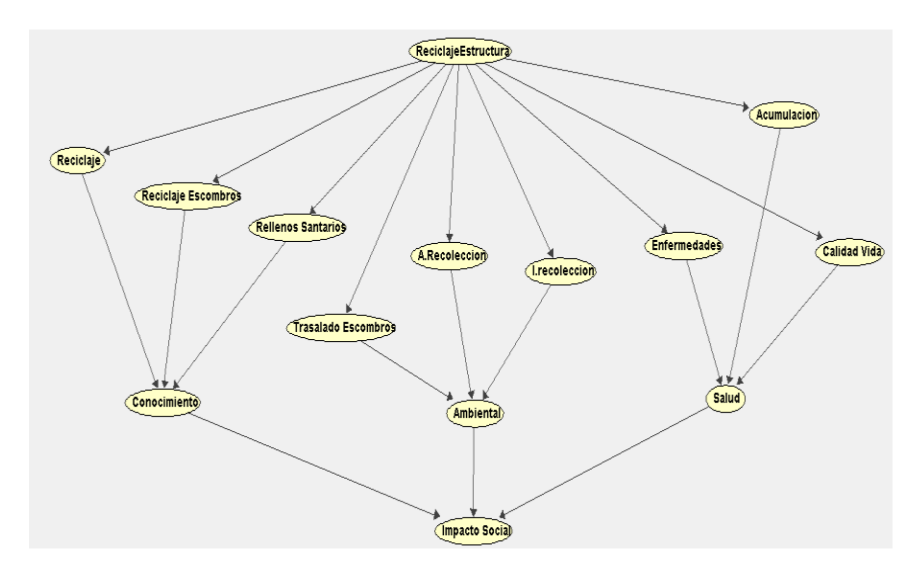


Figura 64. Red bayesiana de los factores relacionados con el reciclaje de estructuras post-sísmicas

Por ejemplo, para el Nodo "Reciclaje Estructura" tendremos los estados o eventos respectivos como "Ocurrencia" y "No Ocurrencia" los cuales fueron ponderados en base al criterio de expertos y datos obtenidos, cabe resaltar que son nodos que cumplen con las prioridades de ser mutuamente excluyentes y ser un conjunto exhaustivo.

Una vez considerado lo anterior, se procede a determinar la probabilidad condicional con los nodos hijos con el respectivo algoritmo definido como:

Dado dos variables X e Y, la probabilidad de que ocurra yj dado que ocurrió el evento xi es la probabilidad condicional de Y dado X y se denota como $P\ (yj|xi)$.

$$P(y_j|x_i) = \frac{P(y_i,x_i)}{P(x_i)}, dado\ P(x_i) > 0$$

Al aplicar a nuestra Red Bayesiana tendríamos: Dada las variables "Reciclaje Estructura" y "Reciclaje" probabilidad de que

ocurra el evento “N. conocimiento” dado que ocurrió el evento “Ocurrencia”, es la probabilidad condicional de “Reciclaje” dado “Reciclaje Estructura” el mismo que arroja como resultante el valor de 0.37 y en el caso de determinar la probabilidad de que ocurra el evento “N. conocimiento” dado que ocurrió el evento “No Ocurrencia” arroja el resultante de 0.7, de esta forma se realiza la probabilidad de cada variable y sus posibles eventos mediante algoritmos matemáticos como se muestra a continuación:

$P(Reciclaje = N.\ conocimiento) = (P\ (N.\ conocimiento|Ocurrencia) * P(Reciclaje\ Estructura = Ocurrencia)) + (P(N.\ conocimiento|No\ ocurrencia) * P(Reciclaje\ escombro = No\ ocurrencia))$
P(Reciclaje = N. conocimiento) = 0.37 ∗ 0.70 + 0.7 ∗ 0.30 = 0.47
$P\ (Reciclaje = P.\ conocimiento) = (P\ (P.\ conocimiento|Ocurrencia) * P(Reciclaje\ Estructura = Ocurrencia)) + (P\ (P.\ conocimiento|No\ ocurrencia) * P(Reciclaje\ escombro = No\ ocurrencia))$
P(Reciclaje = P. conocimiento) = 0.43 ∗ 0.70 + 0.2 ∗ 0.30 = 036
$P(Reciclaje = T.\ conocimiento) = (P\ (T.\ conocimiento|Ocurrencia) * P(Reciclaje\ Estructura = Ocurrencia)) + (P\ (T.\ conocimiento|No\ ocurrencia) * P(Reciclaje\ escombro = No\ ocurrencia))$
P(Reciclaje = T. conocimiento) = 0.20 ∗ 0.70 + 0.1 ∗ 0.30 = 0.17

La redes bayesianas se caracterizan por ser un método de representación de conocimiento bajo incertidumbre que nos permite estableces razonamientos basados en la teoría de probabilidad es decir en este caso cada nodo de la red está asociada a una variable dentro de un rango discreto y los enlaces definen las relaciones de dependencia probabilística entre las variables que definimos en este caso de estudio como factor determinantes para concluir el impacto social de un edificio colapsado post-sismo.

ReciclajeEst...	Ocurrencia	No ocurrencia
N.conocimie...	0.37	0.7
P.conocimiento	0.43	0.2
T.conocimiento	0.2	0.1

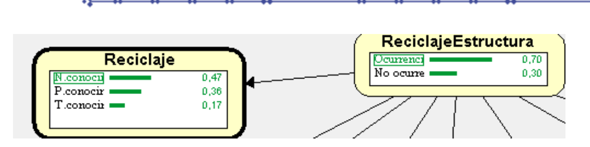


Figura 65. Relación de Dependencia y tabla de Probabilidad Condicional existente entre Nodo Reciclaje Estructuras y Nodo Reciclaje

En estos factores consta la probabilidad de ocurrencia que tanto la sociedad sabe del reciclaje de estructuras que a su vez produzca o no una afectación al nivel de conocimiento, afectación ambiental, y afectación a la salud. Se debe recalcar que se toma en alta consideración estas variables, debido a la gran influencia que tienes las mismas al momento de determinar la probabilidad basadas en datos estadísticos.

Una vez desarrollada el diseño de la red bayesiana se procede a cuantificar mediante inferencia la cual muestra el peso de los nodos en relación a sus variables dependientes, es decir que muestra el estado normal de la red bayesiana al tener valores presentados como caso a priori dichos valores fueron obtenidos tras la ejecución de método probabilístico en conjunto con un software de análisis estadístico como tratamiento y diseño de Redes Bayesianas como lo es la herramienta "Elvira" el cual ha sido determinante para la elaboración de la siguiente red presentada en la figura 66.

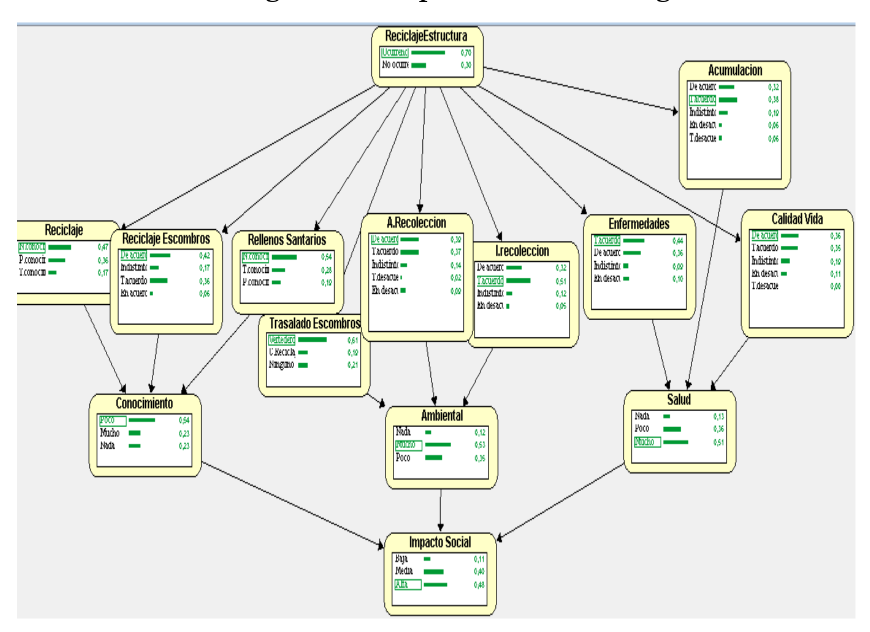


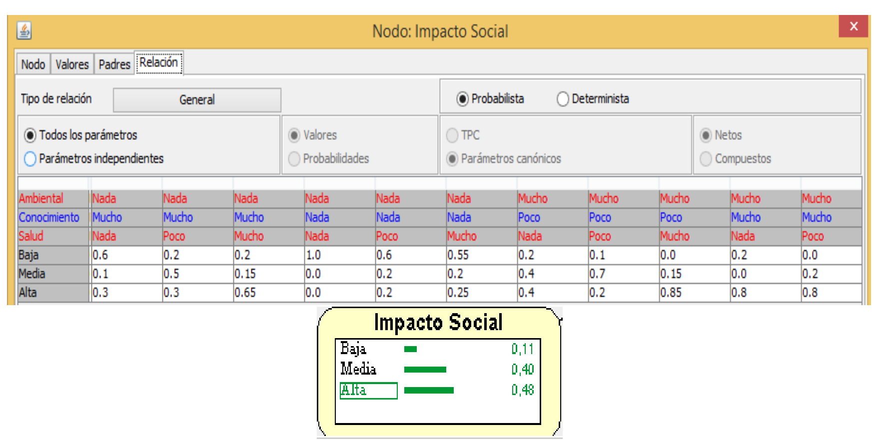
Figura 66. Red Bayesiana diseñada a través del software computacional "Elvira"

Proceso de reagrupación y análisis de datos a priori

En este proceso se hizo uso del software estadístico SPSS, al mismo que se le importo la base de datos del actual caso de investigación, con la finalidad de analizar cada variable en relación a su factor de causa o consecuencia, así como también para medir la correlación que existe entre una variable y otra.

Para este paso se analizará la tabla de frecuencias de cada una de las variables involucradas en el caso de estudio, cabe recalcar que son las variables que por ende aparecen en el la base de datos raíz, esto con el fin de aclarar que existen variables que no aparecen y que fueron incluidas por la opinión de las personas encuestadas y por el análisis de la información obtenida.

La inferencia aplicada en el Impacto Social aplicada da como resultante el valor de “0.48” y para el estado “Alto” da como resultado de “0.40” para el estado “Media” y como resultado de “0.11” para el estado “Baja” concluyendo que el impacto social de las estructuras destruidas por post-sismos se encuentra en su estado actual alto acorde a la información proporciona la cual se refleja en la figura 67.



Ambiental	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
Conocimiento	Mucho	Mucho	Mucho	Nada	Nada	Nada	Poco	Poco	Poco	Mucho	Mucho
Salud	Nada	Poco	Mucho	Nada	Poco	Mucho	Nada	Poco	Mucho	Nada	Poco
Baja	0.6	0.2	0.2	1.0	0.6	0.55	0.2	0.1	0.0	0.2	0.0
Media	0.1	0.5	0.15	0.0	0.2	0.2	0.4	0.7	0.15	0.0	0.2
Alta	0.3	0.3	0.65	0.0	0.2	0.25	0.4	0.2	0.85	0.8	0.8

Figura 67. Tabla de Probabilidad Condicional dependiendo de todas las posibles combinaciones de las R.B y Nodo Impacto Social determinadas mediante Inferencia

3.4 Aplicación de lógica difusa utilizando fuzzificación y defuzzificación

Para medir el Impacto Social del reciclaje de desechos estructurales post- sísmicas, se utilizó la técnica Inteligencia

Artificial en este caso lógica difusa el cual se basa en un controlador difuso para obtener resultados sobre el impacto social hacia el conocimiento, ambiental, salud a través de software matemático Matlab se realizó la siguiente propuesta.

- Fuzzificación

En los datos obtenidos en la encuesta realizada son las variables de entrada en las cuales se aplicará la teoría de conjunto difusos para obtener como resultado en nuestro caso el Impacto Social que afecta las estructuras de edificios colapsados. En esta fase se consideró las siguientes variables: Conocimiento, Ambiental, Salud y las posibles condiciones preexistentes, en la cual se consideró: Nada, Poco, Mucho en la cual estableció en la tabla presentada en el cuadro 55.

Cuadro 55. Variables de entrada- Criterios para determinar el impacto social de estructuras colapsadas

Nº	Variable Lingüística	Valores Lingüísticos
1	Cocimiento	Nada Poco Mucho
2	Ambiental	Nada Poco Mucho
3	Salud	Nada Poco Mucho

Mecanismo de Inferencia

En esta fase se evalúa los cuatros grupos de elementos que conforman un edificio mediante reglas lingüísticas, en este caso se utilizó la regla de Mandami y cada variable posee valores definidos.

La siguiente gráfica, representa el comportamiento de las variables de un control difuso a través de las funciones de pertenencia, como la triangular en intervalos de 0 a 1. Además se le aplicó las inferencias de Mandami.

Desarrollo de las reglas

Las condiciones elaboradas por casa uno de los modelos planteados en Mamdami en estas inferencias se utilizan condiciones de tipo IF-THEN para la construcción de las reglas necesarias para nuestras variables lingüísticas y así obtener un resultado estas expresiones son sencillas de interpretar en base al conocimiento del experto.

Cuadro 56. Análisis de las reglas de inferencia

		Conocimiento		
		Bajo	Medio	Alto
Ambiental	Baja	Mucho	Medio	Poco
	Medio	Mucho	Poco	Nada
	Alto	Poco	Poco	Nada
		Bajo	Medio	Alto
			Salud	

A continuación, se presentará el comportamiento de la variable Conocimiento por medio de un Controlador Difuso (Figura 68) y la función de pertenencia de dicha variable (Cuadro 57).

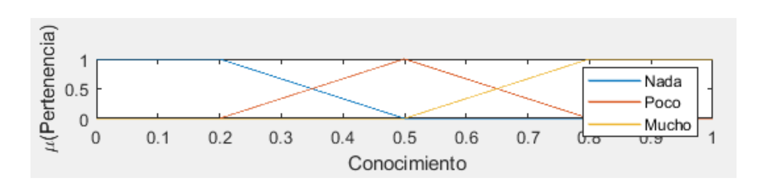


Figura 68. Comportamiento de Variables por medio de un Controlador Difuso para Conocimiento

Cuadro 57. Función de pertenencia - Conocimiento

$$\boldsymbol{Nada}\,(x) = \begin{cases} 0, & si\ x \ \leq 0.5 \\ \dfrac{0.5 - x}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2 \ \leq x \ \leq 0.5 \\ 1, & si\ x \ \leq 0.5 \end{cases}$$

$\boldsymbol{Poco}\ (\boldsymbol{x}) = \begin{cases} 0, \\ \frac{x-0.2}{0.5-0.2}, \\ \frac{0.8-x}{0.8-0.5}, \\ 0, \end{cases}$	$si\ x\ \leq 0.2$ $si\ 0.2\ \leq x\ \leq 0.5$ $si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8$ $si\ x\ \geq 0.8$
$\boldsymbol{Mucho}\ (\boldsymbol{x}) = \begin{cases} 0, \\ \frac{x-0.5}{0.8-0.5}, \\ 1, \end{cases}$	$si\ x\ \leq 0.5$ $si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8$ $si\ x\ > 0.8$

El comportamiento de la variable Ambiental por medio de un Controlador Difuso y su función de pertenencia se muestran en la figura 69 y el cuadro 58, respectivamente.

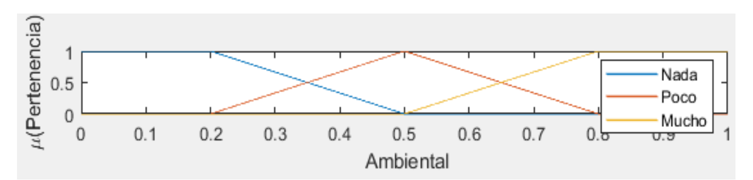


Figura 69. Comportamiento de Variables por medio de un Controlador Difuso para Ambiental

Cuadro 58. Funciones de pertenencia –Ambiental.

$\boldsymbol{Nada}\ (\boldsymbol{x}) = \begin{cases} 0, \\ \frac{0.5-x}{0.5-0.2}, \\ 1, \end{cases}$	$si\ x\ \leq 0.5$ $si\ 0.2\ \leq x\ \leq 0.5$ $si\ x\ \leq 0.5$
$\boldsymbol{Poco}\ (\boldsymbol{x}) = \begin{cases} 0, \\ \frac{x-0.2}{0.5-0.2}, \\ \frac{0.8-x}{0.8-0.5}, \\ 0, \end{cases}$	$si\ x\ \leq 0.2$ $si\ 0.2\ \leq x\ \leq 0.5$ $si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8$ $si\ x\ \geq 0.8$
$\boldsymbol{Mucho}\ (\boldsymbol{x}) = \begin{cases} 0, \\ \frac{x-0.5}{0.8-0.5}, \\ 1, \end{cases}$	$si\ x\ \leq 0.5$ $si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8$ $si\ x\ > 0.8$

El comportamiento de la variable Salud por medio de un Controlador Difuso y su función de pertenencia se muestran en la figura 70 y el cuadro 59, respectivamente.

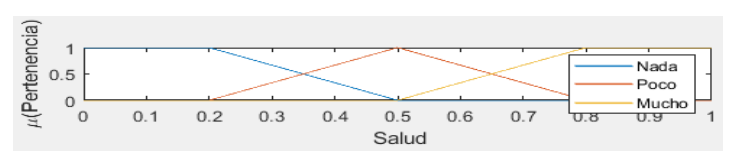


Figura 70. Comportamiento de Variables por medio de un Controlador Difuso para Salud

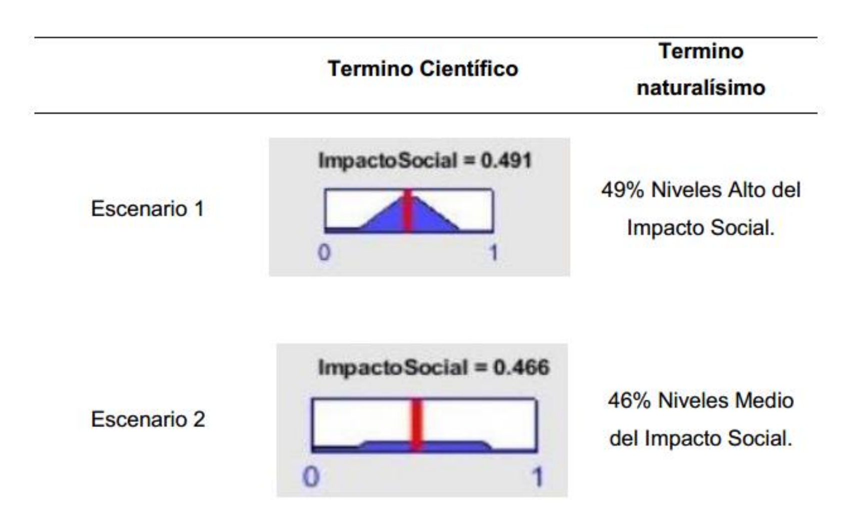
Cuadro 59. Función de pertenencia - Salud

$\boldsymbol{Nada}\ (x) = \begin{cases} 0, \\ \dfrac{0.5 - x}{0.5 - 0.2}, \\ 1, \end{cases}$	$si\ x \ \leq 0.5$ $si\ 0.2 \ \leq x \ \leq 0.5$ $si\ x \ \leq 0.5$
$\boldsymbol{Poco}\ (x) = \begin{cases} 0, \\ \dfrac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}, \\ \dfrac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}, \\ 0, \end{cases}$	$si\ x \ \leq 0.2$ $si\ 0.2 \ \leq x \ \leq 0.5$ $si\ 0.5 \ \leq x \ \leq 0.8$ $si\ x \ \geq 0.8$
$\boldsymbol{Mucho}\ (x) = \begin{cases} 0, \\ \dfrac{x - 0.5}{0.8 - 0.5}, \\ 1, \end{cases}$	$si\ x \ \leq 0.5$ $si\ 0.5 \ \leq x \ \leq 0.8$ $si\ x \ > 0.8$

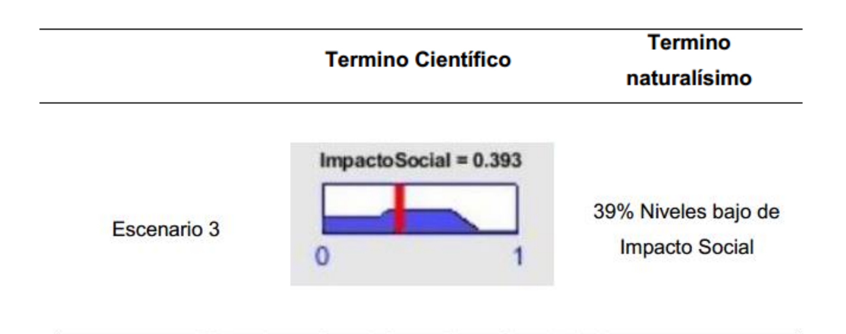
Defuzzificación

Este método es usado para convertir los valores de salida difusas en valores verídicos y que puedan ser interpretados en el lenguaje natural y comprendido por el experto. En esta fase, produce el resultado final del Impacto Social con: Conocimiento, Ambiental, Salud. El índice de daño calculado por la proximidad es considerado por las encuestas realizas. Una vez realizado la unión y defuzzificación de las variables es posible determinar el nivel de Impacto Social a través de la base de conocimientos y para expertos para la toma de decisiones.

Cuadro 60. Resultado defuzzificado para el Impacto Social



	Termino Científico	Termino naturalísimo
Escenario 1	ImpactoSocial = 0.491 (0 – 1)	49% Niveles Alto del Impacto Social.
Escenario 2	ImpactoSocial = 0.466 (0 – 1)	46% Niveles Medio del Impacto Social.



	Termino Científico	Termino naturalísimo
Escenario 3	ImpactoSocial = 0.393	39% Niveles bajo de Impacto Social

Agregación de información utilizando números neutrosóficos de valor único

Se utilizó esta técnica con la ayuda de inteligencia artificial y números neutrosóficos donde realizaremos los siguientes procesos:

- Establecer marco de evaluación: se señalan los criterios a evaluar para con finalidad de priorizar las que las personas conozcan del reciclaje de estructuras colapsadas por un post-sismo definimos de la siguiente manera:

  - ✓ $C = \{C_1\ C_2, \ldots, C_n\}$, donde n ≥ 2, que es conjunto de criterios a evaluar.
  - ✓ $E = \{e_1\ \ e_2, \ldots, e_k\}$, donde k ≥ 1, es el conjunto de criterios a los expertos.
  - ✓ $X = \{x_1\ \ x_2, \ldots, x_m\}$, donde m ≥ 2, es un conjunto infinito de alternativas.

- Recogida de información: Para obtener información utilizamos la siguiente ecuación $P = \{p_{j1}\ p_{2j}, \ldots, p_{jk}\}$, donde Pjk es la preferencia según el criterio de alternativas.
- Valorar alternativas: Para realizar la evaluación de alternativas utilizamos los operadores de agregación.
- Ordenamiento: En esta fase se clasificarán las alternativas apropiadas según la ecuación de puntuación y precisión de conjuntos SVN según la siguiente formula:

$S(V_j) = 2 + T_j - F_j - I_j$

Agregamos formula de precisión de la siguiente manera:

$S(V_j) = T_j - F_j$

Posteriormente, planteamos un marco de evaluación que está

compuesto por tres bloques mediante términos lingüísticos y la indeterminación utilizando SVN basado en la afectación en la salud por no inadecuada o acumulación de estructuras post-sísmicas, como se muestra en el cuadro 61.

Cuadro 61. Bloques a evaluar en SVN

ID	Nombre	Descripción
1	Conocimiento	Medir el nivel de Conocimiento
2	Ambiental	Medir el nivel Ambiental
3	Salud	Medir nivel Salud

Donde se aplicarán los términos lingüísticos que se muestran en el cuadro 62.

Cuadro 62. Términos Lingüísticos empleados

Término Lingüístico	Números SVN
Extremadamente Bueno (EB)	(1,0,0)
Muy Muy Bueno (MMB)	(0.9,0.13,0.1)
Muy Bueno (MB)	(0.8, 0.15,0.20)
Bueno (B)	(0.70,0.25,0.30)
Mediamente Bueno (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Medio (M)	(0.50,0.50,0.50)
Mediamente Mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy Malo (MM)	(0.20,0.75,0.70)
Muy Muy Malo (MMM)	(0.10,0.20,0.90)
Extremadamente Malo (EM)	(0,1,1)

Ya establecido el marco de evaluación se procede a la recolección de información por cada persona X_1,X_2,X_3, ... X_n. (Cuadro 63).

Cuadro 63. Datos obtenidos en la recolección de información

	x_1	x_2	x_3
Conocimiento	MA	MB	MB
Ambiental	M	MA	M
Salud	MA	M	MB

Conforme con la información seleccionada visualizamos cual es el nivel de impacto social en las personas, mediante el operador de agregación SVNWA como se demostrará a continuación.

Los resultados de la evaluación nos permiten ordenar a las personas de acuerdo al nivel de impacto social que presenten (Cuadro 64).

Cuadro 64. Resultado de la evaluación con SVN

	Agregación	**Tanteo**	**Clasificación**
x_1	(0.60, 0.36, 0.39)	1.85	1
x_2	(0.45, 0.55, 0.54)	1.36	3
x_3	(0.49, 0.49, 0.50	1.5	2

Según lo obtenido, la prioridad será de la siguiente manera $X_3 > X_2 > X_1$

3.5 Conclusiones

Como resultado, a través de las herramientas Elvira y Matlab para el procedimiento de datos, se estableció un sistema de apoyo a la decisión basado en el teorema de Bayes y técnicas de neutrosofía para el tema como el modelo de reciclaje de estructuras post-sísmicas y la correcta toma de decisiones para el impacto social.

Para obtener las variables más significativas del modelo de reciclaje de estructuras post-sísmicas, se realizó una investigación en revistas, sitios web y se realizaron entrevistas informales con expertos conocedores del tema, lo que llevó a la toma de decisiones.

Se realizó un análisis de datos a través de Redes Bayesianas, en el cual se obtuvo un sistema de inferencias cuyos valores a priori

reflejan la probabilidad en su estado como resultado del impacto social causado por el desconocimiento de cómo reciclar los residuos de estructuras post-sísmicas, sus efectos en el medio ambiente y en la salud, debido a la inadecuada recolección y acumulación de escombros, y posteriormente, a través de un controlador difuso, se obtuvo la probabilidad de su estado neutrosófico, permitiendo la correcta toma de decisiones.

Se desarrolló un prototipo de página web en programación Python que mostrará los resultados obtenidos en la herramienta Elvira y Matlab para el modelo de red bayesiana neutrosófica para determinar cuál es la mejor metodología que es el teorema de Bayes permitiendo la correcta toma de decisiones del caso propuesto.

La evaluación del reciclaje de residuos estructurales post sismo se puede establecer en tres fases, las cuales incluyen el conocimiento que pueda tener la persona, el impacto ambiental, y el impacto en la salud, estas fases son importantes para nuestra investigación en la cual nos permite determinar bajo incertidumbre la mejor decisión que puede tomar el experto al momento de reciclar residuos estructurales después de un sismo.

En este trabajo de investigación se establece la aplicación de técnicas de inteligencia artificial como son las redes bayesianas y la neutrosofía, teniendo en cuenta la alta consideración de los beneficios que se pueden presentar en una situación con alto grado de incertidumbre como es la toma de decisiones al momento de reciclar los residuos estructurales después de un sismo, con la finalidad de crear una metodología a través de herramientas de procesamiento de datos como son Elvira para las redes bayesianas, Matlab para la lógica difusa y Jupyter para la neutrosofía generando un soporte a la opinión del experto y teniendo una optimización de los resultados.

A través de los resultados de la encuesta pudimos determinar que la deficiencia en el reciclaje de los residuos estructurales post-sísmicos genera un alto impacto en el medio ambiente, en la salud y por ende afecta a la sociedad en general, por esta razón hemos implementado una metodología que nos permite ayudar en la toma de decisiones del experto, para tener una mejor solución de acuerdo a las alternativas que se le presenten, Se puede concluir que a través de la implementación de un modelo probabilístico como la red bayesiana y un modelo neutrosófico se puede proporcionar un porcentaje de proximidad donde el experto evalúa las alternativas y establece una solución de acuerdo para realizar con mayor rapidez el reciclaje de escombros y que puede ser utilizado para futuros trabajos.



CAPÍTULO 4. MODELO HÍBRIDO DE REDES BAYESIANAS Y NEUTROSOFÍA PARA LA TOMA DE DECISIONES SOBRE LAS AFECTACIONES PROVOCADAS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO

En el mundo existe una gran variedad de eventos naturales de gran magnitud originados por diferentes factores meteorológicos y oceánicos, manifestándose en cambios estacionales e interanuales (García & Naranjo, 2016). Uno de estos eventos climáticos es el llamado Fenómeno del Niño, que provoca grandes variaciones climáticas que en ciertas ocasiones tienden a ser extremas, causando daños a la sociedad y a la economía a nivel mundial. Este fenómeno se caracteriza por la presencia de masas de agua superficiales relativamente más cálidas de lo normal en el Pacífico Sur, donde generalmente se origina este evento meteorológico (de-Miguel & Tavares, 2015).

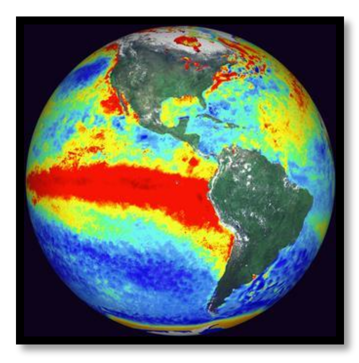


Figura 71. El Niño/Oscilación del Sur (ENOS)

Así, este fenómeno se asocia a otros patrones como los cambios en los vientos, las temperaturas y la temporada de lluvias, lo que provoca alteraciones climáticas, de fauna y flora en diversos países, la intensidad de este evento depende de la magnitud, de las anomalías pero también de la zona de dominio, por lo que ciertas regiones del planeta se ven obligadas a recibir más precipitaciones de lo normal, mientras que otras sufren déficit de precipitaciones: la costa occidental de los trópicos sudamericanos y las latitudes subtropicales de América del Norte reciben un exceso de precipitaciones sufriendo inundaciones y desbordamientos de ríos, mientras que Indonesia, Malasia, el norte de Australia y el sureste de África sufren sequías (Toulkeridis y Cornejo Rodríguez, 2016).

El Niño es uno de los inconvenientes ambientales más peligrosos que enfrentamos en el mundo, por tener un gran impacto en la sociedad, debido a la magnitud del desastre que provoca, dentro de los eventos climáticos más aterradores registrados a nivel mundial (Salazar, Ortiz, & Suing, 2016).

Es importante indicar que, debido al fenómeno de El Niño, las poblaciones quedan en una situación crítica, ya que los alimentos escasean porque afecta la producción en cuanto a calidad y cantidad de los cultivos. (Alfonso et al., 2016) refiere que este evento climático tiende a un gran crecimiento, así como a una intensa frecuencia, provocando el aumento de las temperaturas, descongelamiento de glaciares, expansión del nivel del mar entre otros trayendo destrucción y desolación a su paso. El fenómeno de El Niño causa estragos y daños en varias partes del continente americano como América del Norte, América Central y América del Sur.

Las fuertes lluvias que se producen durante el fenómeno de El Niño causan un gran riesgo ya que las infraestructuras presentan vulnerabilidades en casas, carreteras, edificios, puentes, que están cerca de los ríos.

En este problema también influye el grado de saturación del suelo, que significa la máxima capacidad de absorción de agua, produciendo inestabilidad del terreno en las laderas de las montañas, provocando deslizamientos, derrumbes, avalanchas de lodo, ráfagas de viento, inundaciones y proliferación de enfermedades (Takashi, 2017).

4.1 El Fenómeno El Niño en Ecuador

En Ecuador El Niño se manifiesta generalmente con lluvias e

inundaciones en la costa, las provincias que se ven afectadas son: Esmeralda, Manabí, Guayas y Loja. En la región andina se presentan fuertes lluvias, generando que la saturación de los suelos y la deforestación causada por estas variables provoquen deslizamientos o derrumbes, en la zona costera se presentan grandes marejadas causando daños y pérdidas a los pobladores de las zonas costeras a otras afectaciones a sus actividades económicas, o a la infraestructura ya sea de edificios de viviendas o bienes públicos (IICA, 2016).

El fenómeno de El Niño también trae consigo muertes y desolación en las poblaciones afectadas creando proliferación de enfermedades, como el dengue, zika, chikungunya, viruela, varicela, enfermedades de la piel, enfermedades respiratorias, todas ellas afectan a los niños y ancianos de la población donde este evento golpea con mucha fuerza (Martínez et al., 2017).

Los eventos oceánicos y atmosféricos que ocurren en el Océano Pacífico intertropical son precisamente parte del comportamiento climático del Ecuador, ya que se encuentra en una posición costera al este del océano y adyacente al mismo, esto lo ubica en la zona donde el Fenómeno del Niño ocurre con gran fuerza.

El Fenómeno del Niño es una situación que se viene desarrollando desde hace muchos años debido a los cambios de temperatura que se generan en el Pacífico Sur y a su vez a los factores que se destacan según otras fuentes: La circulación atmosférica general (sistemas de baja presión como la zona de confluencia intertropical), las masas de aire locales determinadas por el relieve, las corrientes oceánicas (el frente ecuatorial, la corriente de Humboldt) y la cordillera andina (Vásquez Castellar & Castro Rubio, 2017).

De esta manera, en Ecuador se realizan continuos estudios de este evento climático y se ha encontrado que este evento es el causante de la mayor variabilidad del clima costero y de una constante variación de las lluvias en las costas ecuatorianas, lo que desencadena significativamente un déficit y un exceso de lluvias en diferentes años.

Además de estos factores, este evento climático tiene consecuencias en la economía del país, lo que trae consigo pérdidas económicas en el sector agropecuario estimadas en alrededor de 3,5 millones de dólares en más de 2 mil productores de medianas y pequeñas empresas, que se vieron afectadas. En la región del Litoral como en la Sierra, se analizó y se llegó a observar la disminución de varios productos entre ellos la producción de papa, como consecuencia de las altas temperaturas y el exceso de humedad,

también la infraestructura vial se ve afectada alrededor de 34,7 km en todo el país por el exceso de lluvias, teniendo consecuencias en las comunicaciones, el transporte y el comercio (Secretaría de Gestión de Riesgos, 2016).

Ante lo anterior también se ve afectado el entorno social del país según un balance de la Secretaría de Gestión del Riesgo, según un estudio hasta mayo de 2016, se identificaron cerca de 27 mil personas que fueron afectadas directamente por los eventos ligados al fenómeno de El Niño, donde se reportaron personas fallecidas, desaparecidas y personas que perdieron sus viviendas las cuales han sido albergadas en refugios para personas sin hogar, esto como consecuencia de las inundaciones y deslizamientos; se reportó un registro de viviendas cerca de 4.475 viviendas afectadas, entre ellas 184 destruidas y 153 escuelas afectadas.

La ciudad más poblada de Ecuador es Guayaquil, la cual es uno de los puntos más críticos debido a la falta de dragado del río Daule y del río Guayas, los cuales se encuentran azolvados, trayendo consigo un mayor riesgo de inundaciones en la ciudad ya que está geográficamente rodeada de agua, especialmente cuando la marea es alta.

Según estudios preliminares las zonas que son vulnerables son los sectores norte y noreste de Guayaquil, que ya han sido golpeados en inviernos pasados, entre estos están: Bastión popular, Nueva Prosperina, Lomas de la Florida, Valerio Estacio, Horizontes de guerrero, Sergio Toral y Monte Sinaí; y los barrios que se asientan a lo largo de la vía perimetral, mientras que en el resto de la ciudad se encuentran los sitios que están cerca del río Daule, río Guayas, y los ramales del Estero Salado que son vías naturales de evacuación de las aguas lluvias, antes de los barrios mencionados el sector más crítico es el de Nueva Prosperina porque geográficamente es la zona más baja y recoge las aguas lluvias de todos los demás sectores.

Además, hay problemas en la infraestructura de viviendas, calles y alcantarillado; también por el agua estancada que dejan las inundaciones, hay proliferación de enfermedades propias de la época de lluvias como: dengue, malaria, cólera, leptospirosis, enfermedad de Chagas, peste, mordeduras de serpientes, mordeduras de animales, Chikungunya, enfermedades respiratorias y enfermedades de la piel.

De esta manera, se deben realizar estudios y análisis detallados de los daños y efectos de las zonas vulnerables a este periodo climático, estimando así de manera aproximada el impacto social y económico que trae este evento climático del fenómeno de El Niño, se busca dar una solución a este problema que afecta a la sociedad

mediante la evaluación de las variables que indican en las causas del fenómeno de El Niño a través de técnicas de Inteligencia Artificial (IA) aplicando un modelo híbrido de redes bayesianas y Neutrosofía (Maldonado Vera & Campoverde López, 2019).

Es por ello que el objetivo de esta investigación es diseñar un prototipo de página web utilizando software libre en lenguaje Python - Jupyter para evaluar el incremento extremo de las lluvias debido al fenómeno de El Niño basado en un modelo híbrido de redes bayesianas y neutrosofía.

Un prototipo es una muestra a escala o facsímil de lo real, pero no tan funcional para representar un producto final, ya que no cumple con la totalidad de las funciones que necesitaría del sistema final (EcuRedcontributors, 2015). “Las herramientas de prototipado deben ser sencillas de manejar y rápidas para obtener resultados” (Álvarez, 2013).

Los prototipos web nos ayudan a tener una visión más clara y detallada del contenido que necesitamos o queremos mostrar también cómo queremos que el usuario utilice la información o maneje en nuestra página. (DiligentTeam, 2016). Cuanto más sencillo y corto sea el camino para que el usuario encuentre lo que busca, más rápido hará clic permitiendo un tiempo de decisión mucho menor (DiligentTeam, 2016).

4.2 Metodología

Para poder llevar a cabo los objetivos propuestos en este proyecto, el cual refleja una posibilidad o alternativa para el problema examinado, se llevó a cabo la evaluación de las variables que inciden en el fenómeno de El Niño, por medio de una modalidad documental, utilizando libros, revistas científicas, repositorios virtuales, artículos científicos, referencias de investigación, ya sean físicas o electrónicas, que se encuentran en diferentes sitios de información. Este trabajo se basa en la interpretación de la información encontrada en los documentos mencionados anteriormente.

Sin embargo, la investigación realizada nos ha ayudado a obtener las variables que se utilizarán en el caso que estamos estudiando. En este trabajo, el 70% se ha realizado bajo esta modalidad documental porque es la que mejor se adapta al enfoque que hemos propuesto, lo hemos hecho recogiendo toda la información relevante obtenida de los escritos publicados por aquellos profesionales expertos en la materia.

Además, el 30% de este proyecto se ha realizado a través de un trabajo de campo, utilizando y evaluando los criterios que los expertos han adquirido a través de su experiencia sobre el tema que estamos llevando a cabo, ya que sus conocimientos nos dieron un enfoque claro de los puntos que debemos considerar para incluir en nuestro análisis. Cabe destacar que (Arias, 2016) nos dice que, “La investigación de campo, al igual que la investigación documental, puede realizarse en los niveles exploratorio, descriptivo y explicativo” (p. 31).

Se han aplicado diferentes metodologías de investigación basadas en el estudio y análisis de la información obtenida. La descripción nos asegura una garantía de qué tan válido es nuestro trabajo; esto nos lleva a diferenciar un informe cualitativo admisible de uno inadmisible, es decir, se contrasta una buena investigación cualitativa de una mala (Aguirre & Jaramillo, 2015). “Un buen informe se logra cuando el investigador ha realizado una correcta interpretación del significado de los participantes, diferenciando su propio significado como intérprete” (Aguirre & Jaramillo, 2015, p. 187).

Descriptiva: Según (Arias, 2016) afirma que “La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, para establecer su estructura o comportamiento” (p.24). “Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad del conocimiento” (Arias, 2016, p. 24).

El único propósito porque hemos elegido una población es poder analizar los hechos ocurridos en el país y para ello seleccionamos como población objetivo a las personas nacidas en Ecuador y que viven en Ecuador.

En este marco muestral que presentamos a continuación, se basa en artículos académicos y científicos, y hemos realizado un meta-análisis para lograr una información más precisa: Redes bayesianas, neutrosofía, fenómeno de El Niño, desastres naturales, toma de decisiones, Modelo Híbrido.

4.3 Diseño y resultados del meta análisis

En este documento presentamos un análisis hecho a través de distintos documentos científicos (30), escogiendo sus variables, el criterio de selección, palabras claves, posteriormente obtenido estos datos hemos realizado el meta análisis (Cuadro 65).

Cuadro 65 Variables para el meta análisis

Número	*Nombre*
1	Bibliografía
2	Tipo de investigación
3	Palabras claves
4	Criterio de selección
5	Número de veces que está repetido “Fenómeno del Niño”
6	Número de veces que está repetido “Redes Bayesianas”
7	Número de veces que está repetido “Neutrosofía”
8	Número de veces que está repetido “Desastres Naturales”
9	Número de veces que está repetido “Toma de decisiones”
10	Número de veces que está repetido “Modelo Híbrido”

A continuación, se ofrece la descripción de las variables a utilizar para el análisis.

Variable 1: Bibliografía

En esta parte indicamos los sitios que se han usado para obtener información de algunos artículos científicos, descargado o visualizados.

Cuadro 66. Sitios usados para conseguir los datos

Sitio	**Nº**
Scielo	1
ResearchGate	2
Springer	3

Sitio	Nº
Redalyc	4
Repositorios de varias universidades	5

Variable 2: Tipo de Investigación

Esta variable nos dejará indicar que tipo de investigación hemos aplicado para realizar este estudio.

Cuadro 67. Variables del tipo de investigación

Variable	Nº
Cualitativa	1
Cuantitativa	2
Evaluativa	3
Descriptiva	4

Variable 3: Palabras claves

Esta variable nos dará mostrada la cantidad de veces que podremos tener presentes las palabras claves mencionadas a continuación:

Cuadro 68. Palabras claves

Variable	Nº
Fenómeno del Niño	1
Redes Bayesianas	2
Neutrosofía	3
Desastres Naturales	4
Toma de decisiones	5
Modelo Híbrido	6

Variable 4: Modo de selección

Se indica que modo usamos para seleccionar los artículos más relevantes que tomaríamos de ayuda para nuestra investigación

Cuadro 69. Modo de selección

Variables	Nº
Exclusión	**1**
Inclusión	**2**

Variable 5: Cantidad de veces que se repite la palabra "Fenómeno del Niño".

Variable 6: Cuantas veces observamos presente la palabra "Redes Bayesianas" en los artículos científicos.

Variable 7: Cuantas veces observamos presente la palabra "Neutrosofía" en los artículos científicos.

Variable 8: Cuantas veces observamos presente la palabra "Desastres Naturales" en los artículos científicos.

Variable 9: Cuantas veces observamos presente la palabra "Toma de decisiones "en los artículos científicos.

Variable 10: Cuantas veces observamos presente la palabra "Modelo híbrido" en los artículos científicos.

Cuando se usa instrumentos de recolección datos estos dan respuesta a los criterios de validez, discriminación, confianza, como requerimientos para obtener un informe que sea válido científicamente (López-Roldán & Fachelli, 2015). Entonces hemos reunido información relevante usando artículos científicos de sitios como Springer, Scielo, ResearchGate, Redalyc etc.

Información detallada del metaanálisis

Variable 1: Bibliografía

Mediante la evaluación realizada en este metaanálisis, podemos

observar que el 13.3% de los estudios analizados pertenecen a la base Scielo, el 50% a ResearchGate, el 6% a Springer, el 13.3% a Redalyc y el16.7% a Repositorios de universidades.

Variable 2: Tipo de investigación

En cuanto a los tipos de investigación y su frecuencia, el 20% correspondió al tipo Cualitativo, el 26.7% al Cuantitativo, el 20% de Evaluación y el 33.3%, Descriptiva.

Variable 3: Palabras claves

De los documentos analizados, el 20% contenía la palabra clave “Fenómeno del Niño”, el 40% “Redes Bayesianas”, el 13.3 % “Neutrosofía”, el 16.7% “Desastres Naturales”, el 6,7% “Toma de decisiones” y el 3.3% “Modelo híbrido”.

Variable 4: Criterio de Selección

De estos documentos, sólo el 46.7% cumplía con los criterios de Inclusión. Cabe recalcar que los documentos elegidos como incluidos son los 14 documentos a los cuales se les realizará el resumen en una tabla detallada.

Variable 5: Cantidad de veces que se repite la palabra “Fenómeno del Niño”.

El 40% de los artículos revisados presentan de 1 a 40 veces las palabras “Fenómeno del Niño”, el 50% de los artículos la contienen de 41 – 60 veces.

Variable 6: Cuántas veces observamos presente la palabra “Redes Bayesianas” en los artículos científicos.

Mediante la evaluación realizada en este metaanálisis, podemos observar que el número de veces que está presente la palabra “Redes Bayesianas” en los artículos es el 23.3% de 1 a 50 veces, el 30% de 51 a 80 veces y el 46.7% la tiene más de 81 veces.

Variable 7: Cuántas veces observamos presente la palabra “Neutrosofía” en los artículos científicos.

El número de veces que está presente la palabra “Neutrosofía”,

es del 16.7% la tiene presente de 1 a 50 veces, el 20% de 51 – 100 veces y el 63,3% más de 100 veces.

Variable 8: Cuántas veces observamos presente la palabra "Desastres Naturales" en los artículos científicos.

Mediante la evaluación realizada en este metaanálisis, podemos observar que los datos generados dieron como resultado el número de veces que está presente la palabra "Desastres Naturales", entonces tenemos que; el 30% las tienes de 1 a 50 veces, el 26,7 de 51 a 80 veces y el 43,3% la tienen más de 80 veces.

Variable 9: Cuantas veces observamos presente la palabra "Toma de decisiones" en los artículos científicos.

Mediante la evaluación realizada en este metaanálisis, podemos observar que los datos generados dieron como resultado el número de veces que está presente las palabras "Toma de decisiones", entonces tenemos que; el 40% las tiene de 1 a 30 veces, el 26,7 de 21 a 60 veces y el 33.3% la tienen más de 80 veces.

Variable 10: Cuantas veces observamos presente la palabra "Modelo Híbrido" en los artículos científicos.

Mediante la evaluación realizada en este metaanálisis, podemos observar que los datos generados dieron como resultado el número de veces que está presente las palabras "Modelo Híbrido", entonces tenemos que; el 50% la tiene presente de 1 a 30 veces, el 20% de 31 a 60 veces y el 0,3 % más de 61 veces.

4.4 Proceso de agrupación y análisis los resultados de la encuesta

Para este proceso se usó una herramienta informática para el análisis estadístico de la encuesta, para eso se usó el software SPSS, al mismo tiempo se realizó una base de dato con la encuesta realizada a una determinada población con el caso de investigación que se está realizando, con la finalidad de analizar cada variable en relación con su factor de causa o consecuencia, así como también para medir la relación que existe de una variable a otra.

A continuación, se analizará la frecuencia de cada una de las variables que aparecen en la base de datos realizada con la encuesta

del caso de estudio de investigación, con el fin de aclarar que existen variables que son de gran importancia para la investigación.

Dentro de la población encuestada se puede apreciar en el gráfico que 51.96% de la población encuestada fue del género masculino y el 48.04% fue del género femenino haciendo referencia a un total de 102 personas encuestadas, esto nos permite conocer que la población brindo la información que se solicitó en las encuestas.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable edad, de los 102 personas encuestadas podemos observar que la edad de mayor frecuencia fueron las personas entre los 25 a 30 años con un 50%, seguido de personas con las edades entre 15 a 20 años con un 26.47%, luego por personas de edades entre 35 a 40 años con un 13.73% y por ultimo las personas que menos frecuencia se obtuvo fueron las de edades entre 45 a 50 años o más, dando como resultado que las personas con edades entre los 25 a 50 años son personas que experimentaron los impactos del Fenómeno del Niño en el año 1998.

La variable Tipo de vivienda es unos de los factores básico pero de gran importancia, porque nos permite saber el tipo de estructura de sus viviendas y poder conocer los efectos del impacto del Fenómeno del Niño, de la población tomada el 80.39% de los encuestado indicó que poseen viviendas de cemento, el 9.80% indicó que poseen viviendas de ladrillo, el 6.86% indicó que poseen viviendas mixtas, el 1.96% posee viviendas de caña y el 0.98% posee viviendas de madera.

Como parte de la encuesta y del análisis de la información mostrada, es de importancia conocer qué Nivel de conocimiento poseen las personas para así poder influir en otros factores con relación al Fenómeno del Niño. Se pudo observar que de la población encuestada el 74.51% poseen estudios de tercer nivel, mientras 25.49% poseen estudios de bachillerato.

Gran parte de la población encuestada no tienen mucho conocimiento sobre desastres naturales, siendo que el 20.9% de la población indicó que no tiene conocimiento, el 53.90% posee un conocimiento parcial y 43.10% posee conocimiento con respecto a un desastre natural.

Uno de los desastres naturales más experimentados por la población es los terremotos con un 47.20%, seguido de las inundaciones con un 32.80%, los deslaves con un 3.90% y por último los aguajes con 16.10%. Todos estos eventos naturales han sido de gran impacto en la sociedad debido a la magnitud en la que se ha presentado.

Es importante conocer el conocimiento que tienen las personas sobre un evento natural, para esto en la siguiente pregunta que se realizó en la encuesta nos interesaba conocer qué piensa la población sobre una inundación, si lo considera un desastre o fenómeno natural (Figura 72).

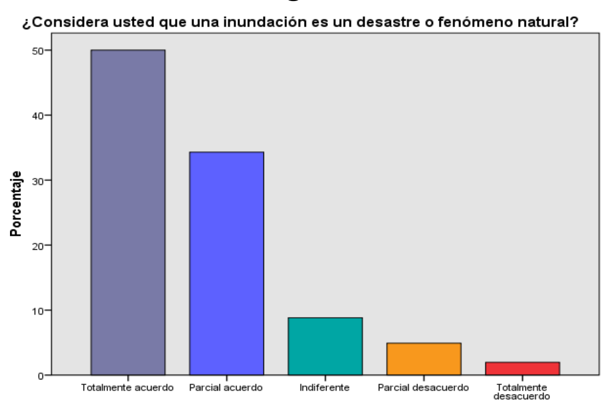


Figura 72. Resultados de la pregunta 3 de la encuesta

De tal manera se observa en el gráfico que el 50% de la población está totalmente acuerdo, el 34.30% es parcialmente acuerdo, el 8.80%, indiferente, 4.90% parcial desacuerdo y un 2.0% totalmente desacuerdo en que las inundaciones son un desastre o fenómeno natural.

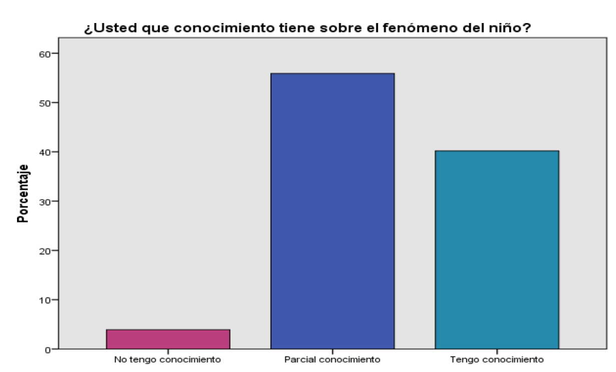


Figura 73. Resultados de la pregunta 4 de la encuesta

Se observa que en un total de 102 personas encuestadas para conocer si tienes noción sobre el Fenómeno del Niño, en donde se obtuvo que el 3.90% no tiene conocimiento, 55.90% posee parcial conocimiento y el 40.20% tiene conocimiento. Estos resultados nos indican que aún existe cierta incertidumbre en las poblaciones sobre el Fenómeno del Niño, esto se atribuye a la falta de

información que no se brinda en los sectores con más vulnerabilidades a los impactos de dicho evento climático.

Luego de analizar sobre el conocimiento que los encuestados creen tener sobre el Fenómeno del Niño, se desea conocer en qué consiste este evento climático según su opinión (Figura 74).

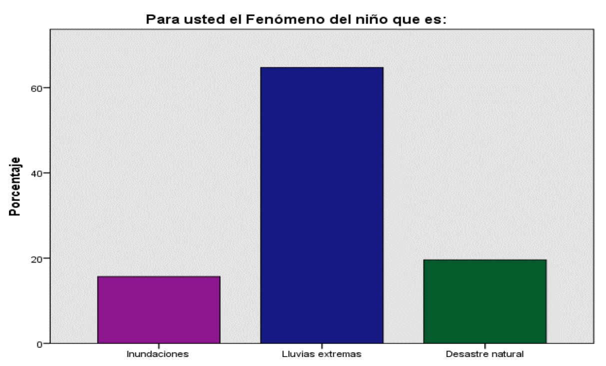


Figura 74. Resultados de la pregunta 5 de la encuesta

Se observa en las gráficas que el 15.70% de los encuestados indicó que el Fenómeno del Niño son inundaciones, un 64.70% lluvias extremas y un 19.60%. lo considera un desastre natural. Esto quiere decir que la mayoría de las personas conocen a este evento climático como el aumento extremo de las lluvias.

Es importante saber si la población tiene el conocimiento adecuado sobre primero auxilios para actuar en caso de que se presente un herido durante un evento del Fenómeno del Niño, por lo que se indagó sobre ello en la pregunta 6. Los resultados se muestran en la figura 75.

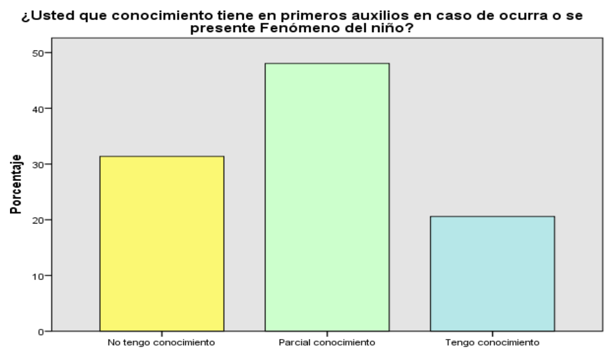


Figura 75. Resultados de la pregunta 6 de la encuesta

De tal manera se llegó a observar que el 31.40% de los encuestado indicó que no tienen conocimiento en primero auxilios,

el 48.0% indicó que posee un parcial conocimiento sobre primeros auxilios y el 20.60% indicó que tiene conocimiento para brindar primeros auxilios.

En la siguiente pregunta se inquirió si las personas encuestadas conocen alguna medida precautelar para enfrentar al Fenómeno del Niño. Los resultados se muestran en la Figura 76.

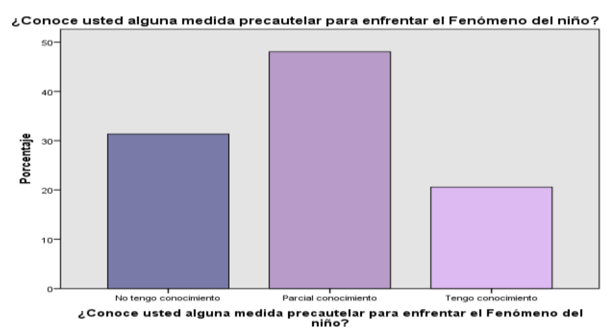


Figura 76. Resultados de la pregunta 7 de la encuesta

Como podemos observar en los resultados obtenidos en el análisis de los datos nos indica que el 31.40% no tiene conocimiento, mientras que el 48.0% tiene un parcial conocimiento y 20.60% posee conocimiento respecto a las medidas precautelares, esto contribuye a que la población encuestada no tiene mucho conocimiento respecto a este tema.

Con la pregunta 8 se buscó conocer el criterio sobre si los encuestados consideran una precaución, para evitar inundaciones en la temporada del Fenómeno del Niño, mantenerse alejado de los ríos, no botar basura y no tener agua estancadas. Los resultados se muestran en la figura 77.

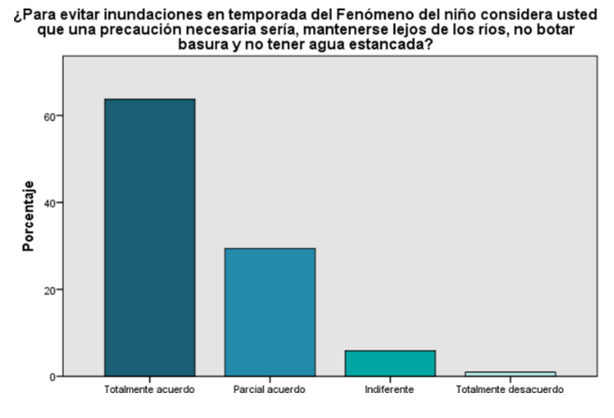


Figura 77. Resultados de la pregunta 8 de la encuesta

El 63.70% de los encuestados indicó que está totalmente acuerdo, el 29.40% indicó que está parcialmente acuerdo, el 5.90% indicó que es indiferente y el 1.0% respondió que está totalmente en desacuerdo.

Sobre si está de acuerdo que construir viviendas en terreno inestables es un peligro en temporadas del Fenómeno del Niño, los encuestados respondieron como se muestra en la figura 78.

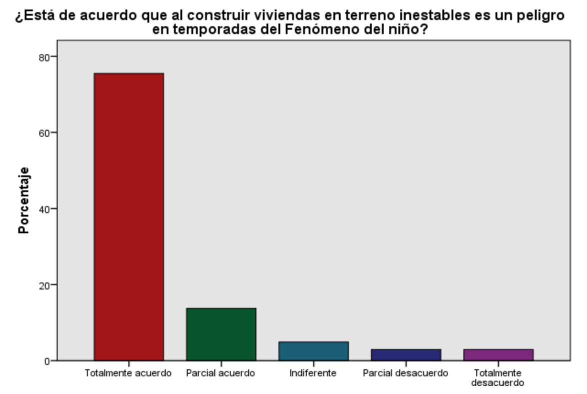


Figura 78. Resultados de la pregunta 9 de la encuesta

Se observa que el 75.50% está totalmente acuerdo, el 13.70% indicó estar parcialmente de acuerdo, el 4.90% indicó que es indiferente, el 2.90% que está en parcial desacuerdo y el 2.90% nos indicó que está totalmente desacuerdo.

Al indagar sobre si está de acuerdo que tener un botiquín de emergencia es una precaución en caso de que se dé el Fenómeno del Niño (pregunta 10), se alcanzaron los resultados que se muestran en la Figura 79.

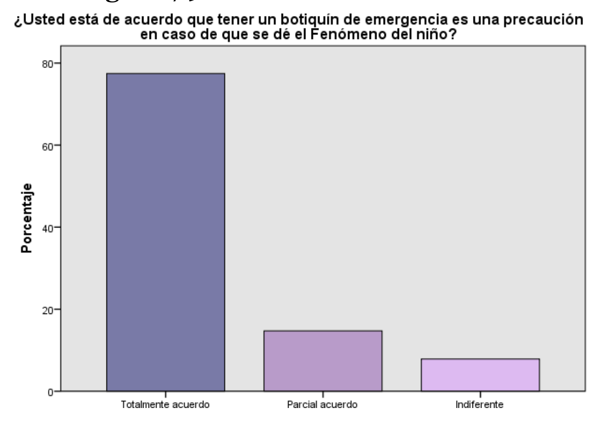


Figura 79. Resultados de la pregunta 10 de la encuesta

Para enfrentar el evento del Fenómeno del Niño debemos tener instrumentos para brindar primeros auxilios tal es el caso de un botiquín de emergencia para esto se encuesto a la persona he indicaron lo siguiente, el 77.50% indicó que está totalmente acuerdo, el 14.70% indica un parcial acuerdo y el 7.80% nos indica un total desacuerdo.

Respecto a la necesidad de mantenerse informado sobre la presencia de este evento climático (pregunta 11), se observó que el 71.60% está totalmente acuerdo, el 21.60% está en parcial acuerdo, el 5.90% es indiferente, y el 1.0% están en parcial desacuerdo (Figura 80). Esto hace referencia a que la población encuestada está de acuerdo que se informe acerca de la aproximación o la intensidad de este evento climático para así evitar posibles afectaciones en los hogares de dicho sector.

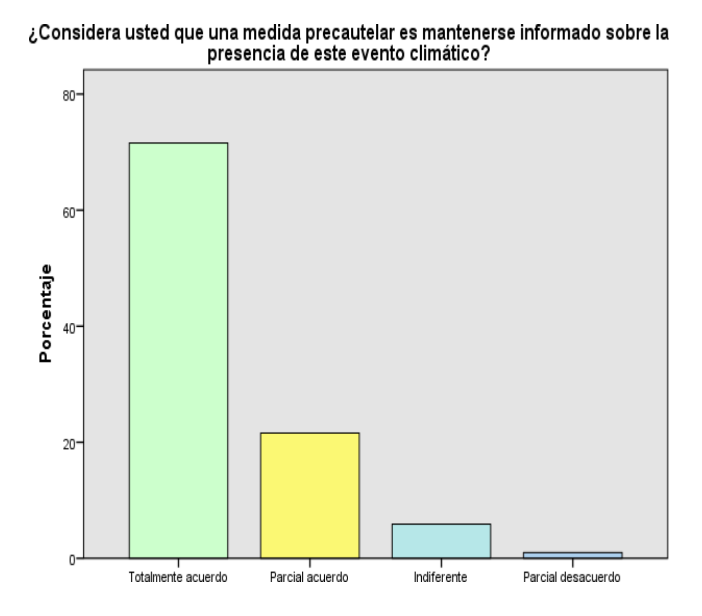


Figura 80. Resultados de la pregunta 11 de la encuesta

El Fenómeno del Niño es un evento climático que afecta al clima en general dentro de una región determinada, produciendo diferentes estados climáticos que traen problemas en diferentes áreas sociales. Sobre ello, los encuestados indicaron que 54.60% está totalmente de acuerdo, mientras que el 30.40% esta con un parcial acuerdo, el 13.70% son indiferentes y el 1% está en totalmente desacuerdo (Figura 81).

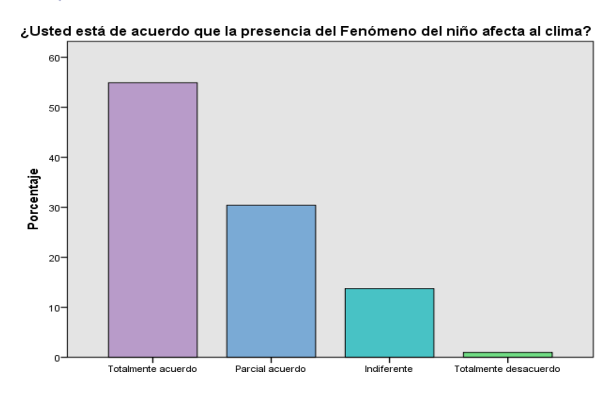


Figura 81. Resultados de la pregunta 12 de la encuesta

En la pregunta 13 realizada en la encuesta, se averiguó si la presencia del Fenómeno del Niño afecta la economía del mercado. Según la población encuestada el 64.70% está totalmente acuerdo, el 28.40% indicó que tiene un parcial acuerdo, el 5.90% es indiferente mientras el 1% está totalmente en desacuerdo (Figura 82).

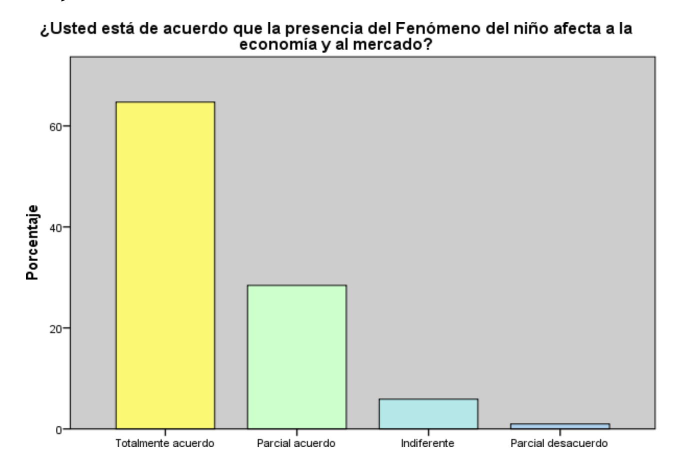


Figura 82. Resultados de la pregunta 13 de la encuesta

Al indagar sobre qué afectaciones ha sufrido por la influencia del Fenómeno del Niño (pregunta 14), la población encuestada respondió que el 13.60% i tuvieron escases de alimentos, el 36.70% indicaron que los precios subieron en el mercado, el 11.10% indicó que sufrieron escasez de productos en general y el 38.70% sufrieron enfermedades propias de la temporada.

Sobre si está de acuerdo que durante la temporada del Fenómeno del Niño se generan enfermedades vectoriales (dengue,

chikungunya, etc.) y enfermedades virales (gripe, infecciones a la piel, etc.) (pregunta 15), los encuestados respondieron como se muestra en la figura 83.

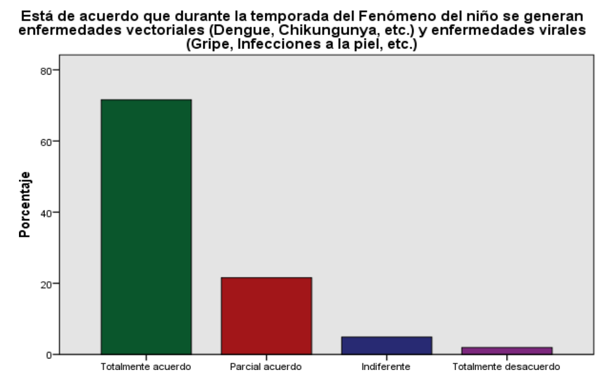


Figura 83. Resultados de la pregunta 15 de la encuesta

La población encuestada estuvo totalmente acuerdo con un 71.60% de los resultados, mientras que el 21.60% estuvo parcialmente acuerdo, el 4.90 estuvo indiferente y el 2.0% estuvo totalmente en desacuerdo, esto indica que la población conoce que en la temporada del Fenómeno del Niño se generan enfermedades vectoriales y virales ocasionando impacto a la sociedad.

De un total de 102 persona encuestadas, el 11.80% refiere haber sufrido "siempre" alguna enfermedad vectorial o viral durante la temporada del Fenómeno del Niño, mientras el 64.70% "a veces" y el 23.50% indicaron que "nunca" (Figura 84).

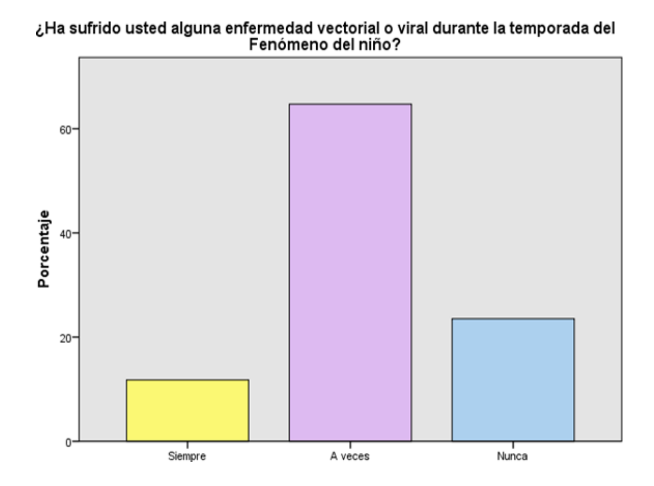


Figura 84. Resultados de la pregunta 16 de la encuesta

Sobre si ha tenido algún tipo de ayuda necesaria para estas enfermedades durante el Fenómeno del Niño por parte de alguna entidad pública (pregunta 17), el 18.60% de personas indicó "siempre", el 26.25% respondió que "a veces" y 54.90% admitió que "nunca" (Figura 85).

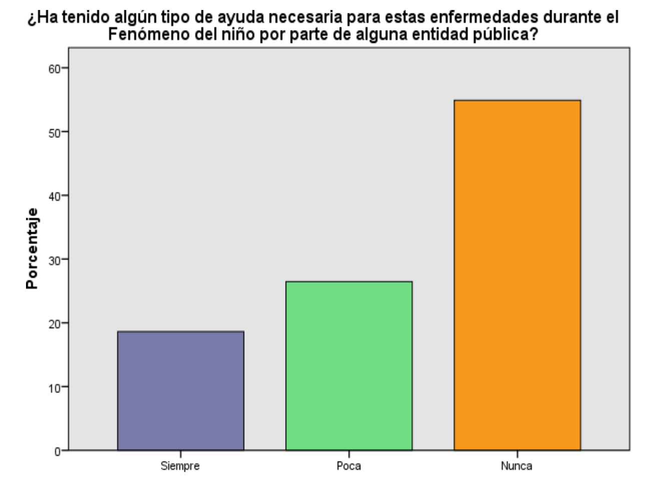


Figura 85. Resultados de la pregunta 17 de la encuesta

Al preguntar si está de acuerdo con que existan campañas de prevención contra enfermedades generadas por el Fenómeno del Niño (pregunta 18), el 71.60% respondió estar totalmente acuerdo, el 16.70% parcialmente acuerdo, al 10.80% le es indiferente y el 1% admitió estar parcialmente en desacuerdo (Figura 85).

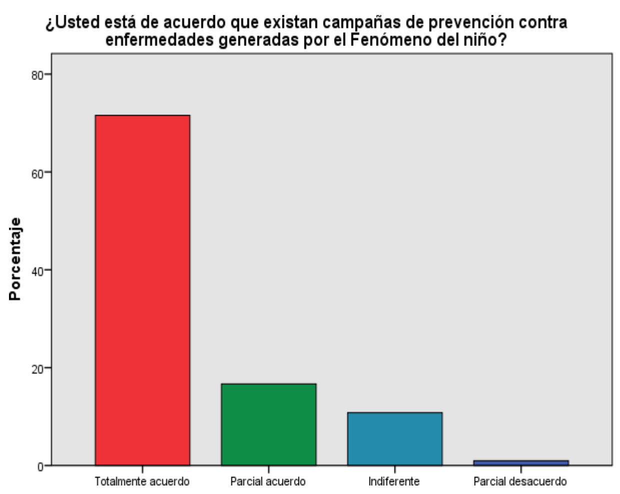


Figura 86. Resultados de la pregunta 18 de la encuesta

Sobre si considera el Fenómeno del Niño trae consigo pérdidas humanas (pregunta 19), los encuestados respondieron que el 43.10% está totalmente acuerdo, 46.10% está en un parcial acuerdo, el 8.80% le es indiferente y el 2.0% está totalmente desacuerdo (Figura 87).

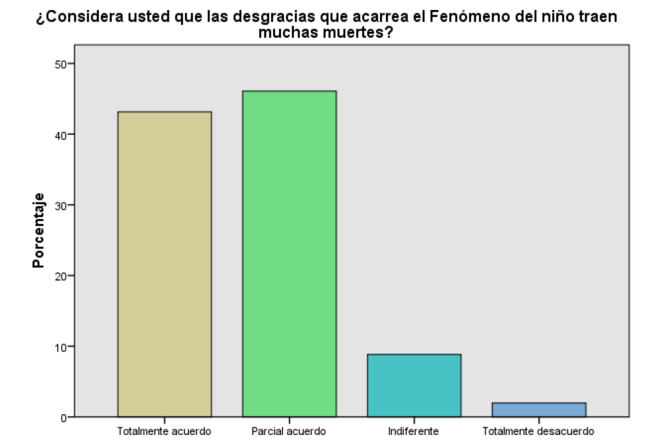


Figura 87. Resultados de la pregunta 19 de la encuesta

4.5 Proceso de reagrupación y análisis de datos de encuesta a expertos

Dentro de este de proceso se realizó las encuestas respectivas a expertos para conocer su criterio acerca del uso de modelo híbridos basados en inteligencia artificial. De tal manera para realizar el proceso de análisis se implementó el uso de la herramienta SPSS, para obtener las resultantes probabilísticas de las variables obtenidas en la encuesta.

La primera pregunta a los expertos fue la siguiente: "¿Considera usted que se deberían implementar modelos híbridos de inteligencia artificial para el uso de análisis de datos estadísticos y climáticos para obtener resultados precisos?" Como resultado se obtuvo que el 66.70% indicó un total acuerdo, mientras que el 33.30% indicó un parcial acuerdo, dando como conclusión un gran interés de parte de los expertos en usar la inteligencia artificial en el área de meteorología.

Sobre si el experto conocía sobre algún modelo informático basado en inteligencia artificial para evaluar las variables que causa un evento climático y los resultados que se obtendrían, el 100% de los expertos indicaron que conocen sobre modelos informáticos

basados en inteligencia artificial.

Al preguntar "¿Considera usted que es posible obtener información precisa mediante modelos basados en inteligencia artificial y que sus resultados sirvan para el experto tome una correcta decisión?", se obtuvo que los expertos indicaron un 66.70% piensa que sí es posible, mientras que el 33.30% indicó que lo considera de forma parcial.

Como resultado obtenido a la pregunta "¿Conoce usted si en el Ecuador se esté implementando este tipo de tecnología para el uso de expertos?", se obtuvo que el 66.70% tiene conocimiento, mientras que el 33.30% indicó que no está seguro.

A la pregunta "¿La falta de implementación e innovación en tecnología y modelos informático en manejo de datos estadísticos y climáticos, ocasionan que las predicciones de eventos climáticos tengan un margen de error?", se llegó al resultado de que el 100% de los expertos encuestados indicó que a veces existen márgenes de errores en los análisis estadísticos.

Los resultados obtenidos en ambas encuestas avalan la necesidad del diseño e implementación de un modelo de inteligencia artificial para la toma de decisiones relacionadas con la ocurrencia del Fenómeno del Niño en Ecuador.

4.6 Aplicación de una Red Bayesiana para medir el nivel del impacto social que ocasiona el Fenómeno del Niño

Para conocer y medir el nivel de impacto social que ocasiona el Fenómeno del Niño, se implementó una técnica de inteligencia artificial conocida como Redes Bayesianas, que se describe por ser una técnica de representación de conocimiento incierto (incertidumbre), el cual nos permite instaurar razonamientos basados en la teoría de la probabilidad, de tal manera que cada nodo de la red bayesiana está relacionado a una variable dentro de un rango discreto, mientras que los conectores definen las relaciones de dependencia probabilística entre las variables, que se definirán en este caso de estudio como los factores determinante para concluir el impacto social ocasionado por el Fenómeno del Niño.

Dentro de estos factores tenemos la probabilidad de que ocurra un evento del Fenómeno del Niño, que a su vez ocasione o no, afectaciones a nivel social por falta de conocimiento, precaución y por problemas de salud propios de la esta temporada. Se debe enfatizar que se eligen estas variables de mucha importancia,

debido a la gran influencia que tienen las mismas al momento de determinar el impacto que genera el Fenómeno del Niño dentro de la sociedad. Cabe mencionar también que si se llegan a considerar más variables esto generará que crezca exponencialmente la complejidad de la red bayesiana debido a que se aumentan el número de sus nodos.

En la presente investigación, la respectiva Red Bayesiana que está representada de manera cualitativa y cuantitativa, por lo que permite insertar elementos subjetivos como son la opinión de la comunidad y de los expertos; así como las probabilidades basadas en datos estadísticos, con sus pertinentes relaciones casuales que influyen en el caso de estudio a través de una distribución gráfica.

El dominio del problema definido es tener una correcta toma de decisiones por parte de los expertos en los impactos que generará un posible evento del Fenómeno del Niño. A continuación, indicaremos cómo se implementó la Red Bayesiana, y se indicará cómo se identificaron, establecieron y se usaron las variables o nodos relevantes.

El nodo principal Fenómeno del Niño, se lo considera nodo padre de los posteriores nodos que forman parte de la Red Bayesiana, este nodo tiene una probabilidad a priori dado que no tiene un nodo padre respectivo (Figura 88).

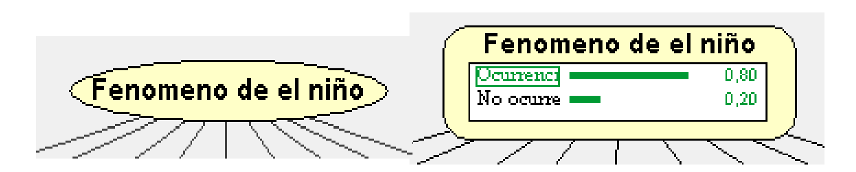


Figura 88. Red bayesiana para encontrar la probabilidad de incidencia de impacto a causa del Fenómeno del Niño validada por los expertos evaluadores

Los siguientes nodos a definir son los nodos hijos derivados del nodo padre mencionado anteriormente, estos nodos fueron determinados como: 1) conoce sobre desastres naturales, 2) conoce sobre el Fenómeno del Niño, 3) conoce sobre primeros auxilios, 3) mantenerse alejados de ríos, 4) evitar terrenos inestables, 5) tener un botiquín, 6) genera enfermedades, 7) sufre enfermedades, 8) ayuda para enfermedades. Estos nodos a su vez son tomados en consideración para determinar el estado actual de los nodos denominados como Conocimiento, Precaución y Salud.

Una vez identificadas las variables y establecidos los nodos padres y los nodos hijos se procede a la interrelación entre los nodos

representados de forma gráfica. El modelo resultante debe se validado por los expertos en el área respectiva a través de un consenso, en caso de existir un desacuerdo entre ellos se considera el nuevo diseño de la red bayesiana tomando en cuenta las respectivas correcciones.

La red bayesiana diseñada se muestra en la Figura 89.

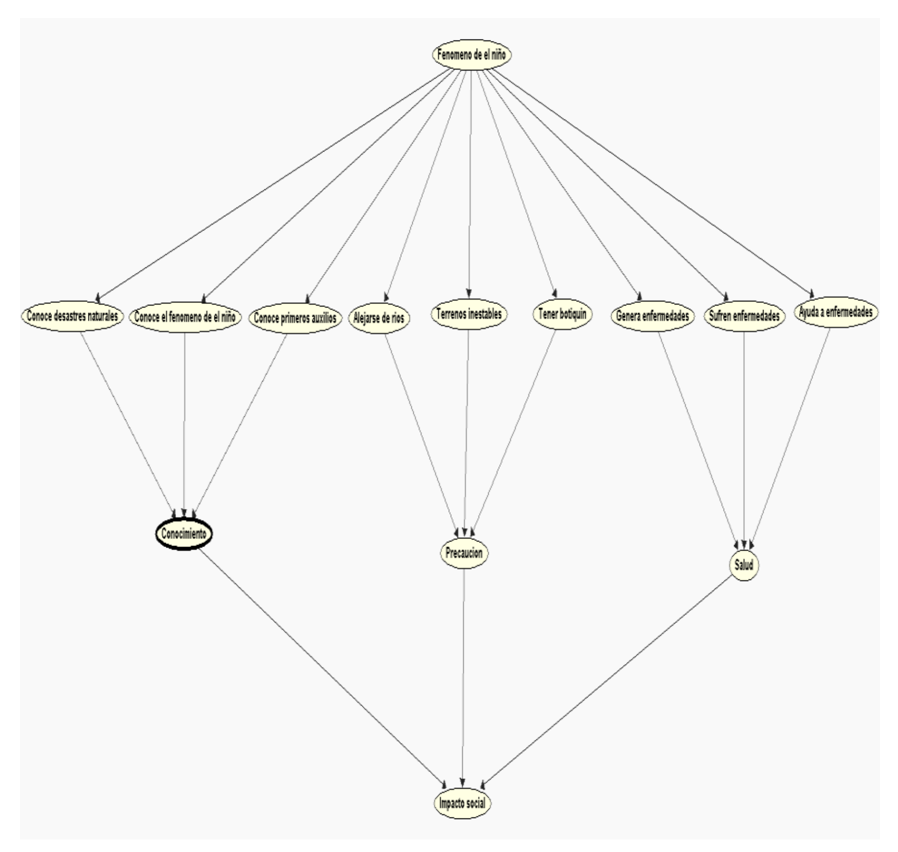


Figura 89. Red bayesiana para encontrar la probabilidad de incidencia de impacto a causa del Fenómeno del Niño validada por los expertos evaluadores.

Luego de haberse desarrollado el diseño de la Reb Bayesiana, se procede a cuantificar la misma mediante la inferencia respectiva, la cual consiste en establecer los valores de las variables observadas de la red y proceder a calcular la probabilidad a posteriori de las variables no observadas. Con este fin se encontraron las respectivas distribuciones de probabilidades de cada nodo de la red. La información obtenida a través del criterio de expertos, sirvió para definir los valores probabilísticos dentro de un rango discreto y sus

respectivos estados.

Como se indica para el nodo “Fenómeno del Niño” se establecen los respectivos estados o eventos tales como “Ocurrencia de Fenómeno del Niño” y “No ocurrencia del Fenómeno del Niño” los cuales se ponderaron de acuerdo al criterio de expertos e informes estadísticos del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) y del Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). Se debe destacar que son nodos que cumplen con las prioridades de ser mutuamente excluyentes y ser un conjunto exhaustivo.

Una vez mencionado lo anterior, se procede a determinar la probabilidad condicional con los nodos hijos con el respectivo algoritmo definido como:

Dado dos variables A y B, la probabilidad de que ocurra Bj dado que ocurrió evento A_i es la probabilidad condicional de B dado A y se denota como $P(B_j|A_i)$.

$$P(B_j|A_i) = \frac{P(B_j, A_i)}{P(X_i)}, Dado\ P(A_i) > 0$$

Aplicando dicha fórmula a nuestra Red Bayesiana tendríamos: Dada las variables “Fenómeno de El Niño” y “Conoce desastres naturales” la probabilidad de que ocurra el evento “Tengo conocimiento” dado que ocurrió el evento “Ocurrencia Fenómeno del Niño, es la probabilidad condicional de “Conoce desastres naturales”. Dado “Fenómeno del Niño” el mismo que arroja como resultante el valor de 0.50 y en el caso de determinar la probabilidad de que ocurra el evento “Tengo conocimiento” dado que ocurrió el evento “No ocurrencia de fenómeno de El Niño” arroja el resultante 0.70, de esta forma se realiza la probabilidad de cada variable y sus posibles eventos mediante algoritmos matemáticos como se mostrará a continuación:

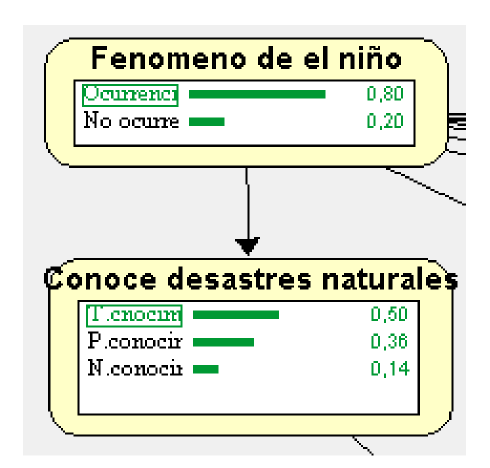
$$P(Conoce\ desastres\ naturales = Tengo\ conocimiento)$$
$$= (P(Tengo\ conocimiento|Ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ de\ el\ niño\ = Ocurrencia))$$
$$+ (P(Tengo\ conocmiento|No\ ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ del\ niño = No\ ocurrencia))$$

$$P(Conoce\ desastres\ naturales = Tengo\ conocimiento) = 0.45 * 0.80 + 0.70 * 0.20 = 0.50$$

$$P(Conoce\ desastres\ naturales = Parcial\ conocimiento)$$

$$= (P(Parcial\ conocimiento|Ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ de\ el\ niño = Ocurrencia))$$
$$+ (P(Parcial\ conocmiento|No\ ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ del\ niño\ = No\ ocurrencia))$$
$$P(Conoce\ desastres\ naturales\ = Parcial\ conocimiento)$$
$$= 0.40 * 0.80 + 0.20 * 0.20 = 0.36$$
$$P(Conoce\ desastres\ naturales = No\ tengo\ conocimiento)$$
$$= (P(No\ tengo\ conocimiento|Ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ de\ el\ niño = Ocurrencia))$$
$$+ (P(No\ tengo\ conocmiento|No\ ocurrencia)$$
$$* P(Fenomeno\ del\ niño = No\ ocurrencia))$$
$$P(Conoce\ desastres\ naturales = No\ tengo\ conocimiento)$$
$$= 0.15 * 0.80 + 0.10 * 0.20 = 0.14$$

La figura 90 muestra la Relación de Dependencia y la tabla de Probabilidad Condicional existente entre los nodos “Fenómeno del Niño” y “Conoce desastres naturales”.



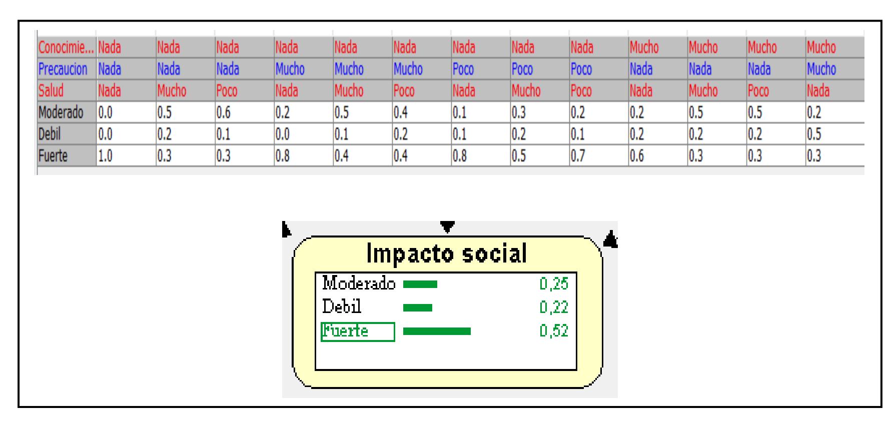
Fenomeno...	Ocurrencia	No ocurre...
T.cnocimi...	0.45	0.7
P.conocim...	0.4	0.2
N.conocim...	0.15	0.1

Figura 90 Relación de Dependencia y la tabla de Probabilidad Condicional entre Nodo Fenómeno del Niño y Nodo Conoce desastres naturales

Como hemos observado se demostró que los valores obtenidos en la Red Bayesiana fueron verificados mediante la fórmula de las probabilidades. Una vez obtenida las relaciones casuales mediante la tabla de probabilidad condicional ya es posible conocer la probabilidad de la variable “Impacto social”. Esta variable depende de todas las posibles combinaciones del resto de variables en base a sus respectivas probabilidades a posteriori que se obtienen en la red bayesiana.

Ya conocida la probabilidad de la variable mencionada, a través de la inferencia aplicada, se obtuvo el valor de “0.52” para el estado “Fuerte”, “0.22” para el estado “Débil”, 0.26 para el estado “Moderado” .De ello puede concluirse que la falta de conocimiento, precaución y los elevados problemas de salud que se presentan en la comunidad dentro del temporal del Fenómeno del Niño ocasionan un impacto social fuerte, basados en los criterios de los expertos y datos estadísticos.

En la Figura 91 se muestra la matriz de probabilidad condicional obtenida mediante Inferencia, de todas las posibles combinaciones que se presentan entre la Red Bayesiana y el nodo de Impacto social.



Conocimie...	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Nada	Mucho	Mucho	Mucho	Mucho
Precaucion	Nada	Nada	Nada	Mucho	Mucho	Mucho	Poco	Poco	Poco	Nada	Nada	Nada	Mucho
Salud	Nada	Mucho	Poco	Nada	Mucho	Poco	Nada	Mucho	Poco	Nada	Mucho	Poco	Nada
Moderado	0.0	0.5	0.6	0.2	0.5	0.4	0.1	0.3	0.2	0.2	0.5	0.5	0.2
Debil	0.0	0.2	0.1	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.5
Fuerte	1.0	0.3	0.3	0.8	0.4	0.4	0.8	0.5	0.7	0.6	0.3	0.3	0.3

Figura 91. Tabla de probabilidad condicional de todas las posibles combinaciones que se presenta en la Red Bayesiana y el nodo de Impacto social

Inicialmente estos modelos eran desarrollados manualmente basado en el conocimiento del experto y bajos algoritmos matemático-probabilísticos para determinar los resultados, en los últimos años se han desarrollados software que facilita y permite realizar el tratamiento y diseño de redes bayesianas como lo es la herramienta “Elvira” el cual ha sido determinante para la elaboración de la siguiente red presentada en la Figura 92.

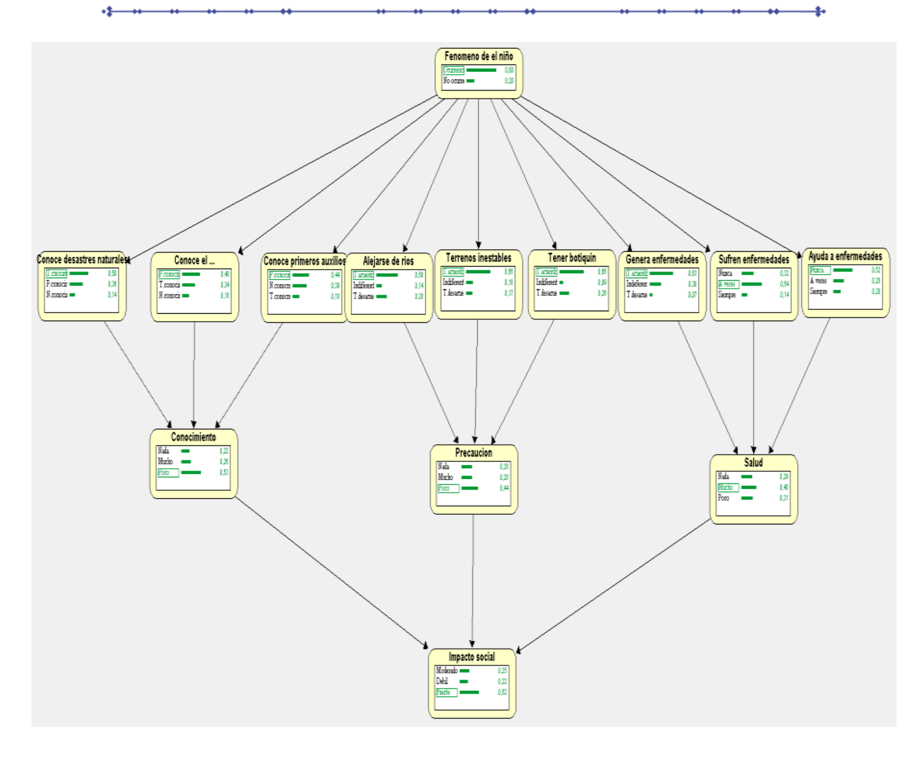


Figura 92. Presentación de la Red Bayesiana con sus probabilidades e inferencias

Los correspondientes datos que se han tomado en cuenta y analizados para conocer el impacto que genera el Fenómeno del Niño mediante una red bayesiana, son los mismos que serán consecuentes para el procesamiento mediante la aplicación de lógica difusa que es una técnica de inteligencia artificial que nos permite emplear resultados de nuestro modelo híbrido.

4. 7 Aplicación de lógica difusa para medir el nivel del impacto social que ocasiona el Fenómeno del Niño para la toma de decisiones

Para conocer y medir el nivel del impacto social que se genera a causa del Fenómeno del Niño, se puso en práctica esta técnica de inteligencia artificial, en este caso la lógica difusa para obtener resultados sobre los niveles de impactos en el área de conocimiento, precaución y salud para su posterior toma de decisiones mediante un controlador difuso, a través del software matemático Matlab con el método Mandami, se realizó la siguiente propuesta de Modelo de

inferencia difuso.

Fuzzificación de las variables de entrada

Dentro de la fuzzificación es donde se establecerán los conjuntos de datos del previo análisis de los datos de las encuestas mediante Redes Bayesianas las cuales van a ser nuestras variables de entrada. Estas variables serán procesadas aplicando la teoría de conjuntos difusos, para obtener un resultado que en nuestro caso será el impacto social a causas del Fenómeno del Niño, de acuerdo a la investigación realizada respecto al manejo de los eventos climáticos dentro de la sociedad.

Para esta metodología se establecieron las siguientes variables de entradas que son: Conocimiento, Precaución y Salud, las cuales fueron tomadas como las variables más significativas en la encuesta realizada y a su vez en el análisis mediante Redes Bayesianas.

Identificar los rangos de los valores lingüísticos

Luego de identificar las variables lingüísticas se procede a establecer los rangos de los valores lingüísticos según el criterio del experto. Para el análisis mediante el método Mandami estableciendo las reglas de inferencias, el rango de evaluación de la variable debe estar dentro del parámetro de [0 a 1]. A su vez estos rangos sirven para crear las funciones de pertenencia, como se muestra en el cuadro 70.

Cuadro 70. Rango de las variables lingüísticas

No.	**Variables lingüísticas**	**Valor lingüístico**	**Rango establecido**
1	Conocimiento	Nada Poco Mucho	[0 0 0.2 0.5] [0.2 0.5 0.8] [0.5 0.8 1 1]
2	Precaución	Nada Poco Mucho	[0 0 0.2 0.5] [0.2 0.5 0.8] [0.5 0.8 1 1]

No.	Variables lingüísticas	Valor lingüístico	Rango establecido
3	Salud	Nada Poco Mucho	[0 0 0.2 0.5] [0.2 0.5 0.8] [0.5 0.8 1 1]

Desarrollo de las reglas de inferencias

Luego de haber establecido los rangos dentro de las variables lingüística se procede a realizar las reglas para las funciones de pertenencia para determinar las posibles conjunciones y determinar la lógica difusa y poder tomar las decisiones pertinentes.

Las condiciones elaboradas para cada uno de los modelos planteados en Mandami se utilizan condiciones de tipo IF-THEN. Para la construcción de las reglas necesarias necesitamos nuestras variables lingüísticas de entrada, para poder obtener un resultado óptimo y realizar estas expresiones que son sencillas de analizar en base al conocimiento del experto.

Cuadro 71. Análisis para desarrollar reglas de inferencias

Conocimiento				
		Nada	**Poco**	**Mucho**
Precaución	**Nada**	Fuerte	Moderado	Moderado
	Poco	Fuerte	Moderado	Débil
	Mucho	Moderado	Moderado	Débil
		Nada	**Poco**	**Mucho**
			Salud	

Escala de frecuencia de impacto

Luego de establecer las reglas de inferencias se procede a indicar la frecuencia o escala que se llevar a cabo para el proceso final del análisis de lógica difusa el cual determinará el nivel de impacto que



genera el Fenómeno del Niño (Figura 93).



Figura 93. Escala de frecuencia del impacto a causa del Fenómeno del Niño

Defuzzificación de las variables de salida

La defuzzificación se utiliza para convertir los valores de salida difusas en valores reales para su posterior análisis por los expertos de tal manera que es convertido en un lenguaje natural.

Modelo de inferencia difuso

La construcción del modelo de inferencia difuso empleado a las variables establecidas se realiza a continuación.

$$u(x)\left\{\frac{x-a^{0}}{}\right\}$$

Fuzzificación de las variables

Luego se procede a realizar la respectiva fuzzificación para obtener una resultante final como se indica en los gráficos se observa el nivel de impacto que genera el Fenómeno del Niño según las variables ingresadas con su valorización respectiva, de tal manera se indicarán las funciones de inferencia q se establecieron. En la Figura 94, se muestra la correspondiente a la variable Conocimiento.

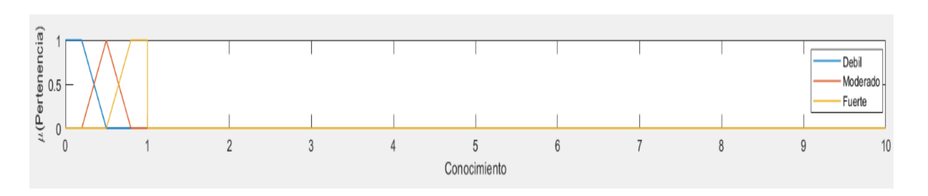


Figura 94. Demostración gráfica de la fuzzificación de la variable Conocimiento

Para la variable Conocimiento se establecen tres conjuntos difusos, con un rango establecido de [0 a 1].

Débil- Cuando la pertenencia es de 0 para el valor 0.5 y cuando la pertenencia 1 para los valores ≤ 0

Moderado- Cuando la pertenencia de 1 para el valor 0.5 y los valores de pertenencia 0 para los valores 0.2 y 0.8

Fuerte- La pertenencia tiene valor de 0 para el valor de 0.5 y pertenencia 1 para los valores ≥ 0.8

En el cuadro 72 se muestran las funciones asignadas de acuerdo con el rango o los valores establecidos en la fuzzificación.

Cuadro 72. Funciones de acuerdo con el rango establecido en la fuzzificación de la variable Conocimiento

$\boldsymbol{Débil}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x\ \leq 0.5 \\ \dfrac{0.5 - x}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2\ \leq x\ \leq 0.5 \\ 1, & si\ x\ \leq 0.5 \end{cases}$
$\boldsymbol{Moderado}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x\ \leq 0.2 \\ \dfrac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2\ \leq x\ \leq 0.5 \\ \dfrac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8 \\ 0, & si\ x\ \geq 0.8 \end{cases}$
$\boldsymbol{Fuerte}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x\ \leq 0.5 \\ \dfrac{x - 0.5}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5\ \leq x\ \leq 0.8 \\ 1, & si\ x\ > 0.8 \end{cases}$

En la Figura 95, se muestra la gráfica de la fuzzificación de la variable Precaución indicando donde existe la inferencia difusa.

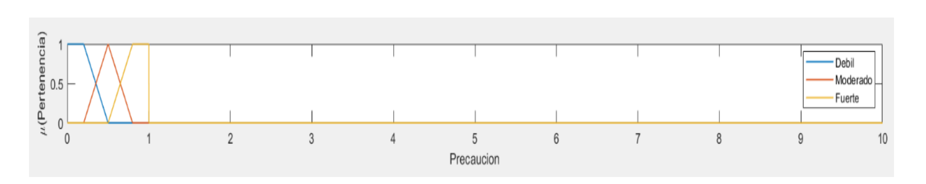


Figura 95. Demostración grafica de la fuzzificación indicando donde existe la inferencia difusa de la variable Precaución

Para la variable Precaución se establecen tres conjuntos difusos, con un rango establecido de [0 a 1].

Débil- Cuando la pertenencia es de 0 para el valor 0.5 y cuando la pertenencia 1 para los valores ≤ 0

Moderado- Cuando la pertenencia de 1 para el valor 0.5 y los valores de pertenencia 0 para los valores 0.2 y 0.8

Fuerte- La pertenencia tiene valor de 0 para el valor de 0.5 y pertenencia 1 para los valores ≥ 0.8

En el cuadro 73 se muestran las funciones asignadas de acuerdo con el rango o los valores establecidos en la fuzzificación de la variable precaución.

Cuadro 73. Funciones de acuerdo con el rango establecido en la fuzzificación de la variable Precaución

$\boldsymbol{Débil}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \le 0.5 \\ \dfrac{0.5 - x}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2 \le x \le 0.5 \\ 1, & si\ x \le 0.5 \end{cases}$
$\boldsymbol{Moderado}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \le 0.2 \\ \dfrac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2 \le x \le 0.5 \\ \dfrac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5 \le x \le 0.8 \\ 0, & si\ x \ge 0.8 \end{cases}$
$\boldsymbol{Fuerte}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \le 0.5 \\ \dfrac{x - 0.5}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5 \le x \le 0.8 \\ 1, & si\ x > 0.8 \end{cases}$

En la Figura 96, se muestra la gráfica de la fuzzificación de la variable Salud indicando donde existe la inferencia difusa.

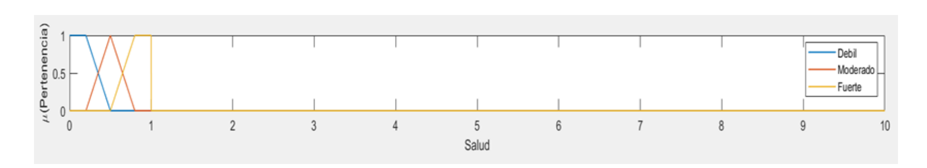


Figura 96. Demostración grafica de la fuzzificación indicando donde existe la inferencia difusa de la variable Salud

Para la variable Salud se establecen tres conjuntos difusos, con un rango establecido de [0 a 1].

Débil- Cuando la pertenencia es de 0 para el valor 0.5 y cuando la pertenencia 1 para los valores ≤ 0

Moderado- Cuando la pertenencia de 1 para el valor 0.5 y los valores de pertenencia 0 para los valores 0.2 y 0.8

Fuerte- La pertenencia tiene valor de 0 para el valor de 0.5 y pertenencia 1 para los valores ≥ 0.8

En el cuadro 74 se muestran las funciones asignadas de acuerdo con el rango o los valores establecidos en la fuzzificación de la

variable Salud.

Cuadro 74. Funciones de acuerdo con el rango establecido en la fuzzificación de la variable Salud

$$\boldsymbol{Débil}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \leq 0.5 \\ \dfrac{0.5 - x}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ 1, & si\ x \leq 0.5 \end{cases}$$

$$\boldsymbol{Moderado}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \leq 0.2 \\ \dfrac{x - 0.2}{0.5 - 0.2}, & si\ 0.2 \leq x \leq 0.5 \\ \dfrac{0.8 - x}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5 \leq x \leq 0.8 \\ 0, & si\ x \geq 0.8 \end{cases}$$

$$\boldsymbol{Fuerte}\ (x) = \begin{cases} 0, & si\ x \leq 0.5 \\ \dfrac{x - 0.5}{0.8 - 0.5}, & si\ 0.5 \leq x \leq 0.8 \\ 1, & si\ x > 0.8 \end{cases}$$

Como se observa en la gráfica se han establecido los valores de entrada los cuales son las resultantes obtenidas por la red bayesiana, se realiza la respectiva fuzzificación, indicando que la frecuencia de impacto de un posible evento del Fenómeno del Niño sería de nivel medio (0.50).

Defuzzificación de las variables

Una vez establecidos los valores lingüísticos y sus rangos se procede a realizar la Defuzzificación de la variable Conocimiento, dando como referencia de rango de entrada [0.53 0.44 0.40], el resultado obtenido en nuestra Red Bayesiana.

Cuadro 75. Resultantes obtenidas en el análisis

Variables	Teémino cientifico	Teérmino natural
Escenario 1	0 1	50% Niveles alto de impacto social
Escenario 2	0 1	42% Niveles medio de impacto social
Escenario 3	0 1	40% Niveles Bajo de impacto social

Como se observa en lo gráficos los resultado obtenidos luego de hacer el análisis respectivo de la lógica difusa mediante la defuzzificación nos indica q en el primer escenario se obtuvo un 50% de impacto lo que se considera un nivel fuerte, luego se observa un impacto del 42% lo que considera un impacto moderado y luego el 40% se considera un impacto débil, se debe menciona que el primer escenario se establece los resultados mediante los datos obtenidos en las rede bayesianas, los otros escenarios son una posible valorización de acuerdo al valor obtenido en redes bayesianas.

4.8 Aplicación Neutrosófica usando operadores SVN para priorizar los niveles de impacto social que ocasiona el Fenómeno del Niño para la toma de decisiones

La metodología aplicada en este caso, consiste en priorizar los niveles de impacto del Fenómeno del Niño mediate números neutrosóficos de valor único (SVN). Para ello se deben seguir los siguientes pasos.

1. Establecer un marco de evaluación

Se seleccionan los criterios a evaluar con el fin de priorizar las personas que se encuentran con falta de conocimiento, precaución, salud los cuales necesitan un tratamiento riguroso para minimizar los impactos sociales que son generados a causa del Fenómeno del Niño. Se definen los elementos de la siguiente manera:

$C = \{c_1, c_2, \dots c_n\}$ donde $n \geq 2$, que es conjunto de criterios a evaluar.
$E = \{e_1, e_2, \dots e_k\}$ donde $k \geq 1$, que es conjunto de criterios a evaluar de los expertos.
$X = \{x_1, x^2, \dots x^m\}$ donde $m \geq 2$, que es conjunto finito de alternativas.

2. Recopilación de información

Para obtener información se usa el siguiente algoritmo $P = \{p_{j1}, p_{j2}, \dots p_{jk}\}$, donde P_{jk} es la preferencia según el conjunto de alternativas.

3. Valorar alternativas

Se usan operadores de agregación para evaluar las diferentes alternativas.

4. Ordenamiento

En este proceso se clasifican las alternativas más significantes según la ecuación de puntuación y precisión de conjuntos neutrosóficos de valor único ya que se puede generar un orden según la fórmula:

$s(V_j) = 2 + T_j - F_j - I_j$

Se incluye y definimos la ecuación de precisión de la siguiente manera:

$a(V_j) = T_j - F_j$

Una vez indicados las fórmulas y los algoritmos matemáticos, se procede a presentar un marco de evaluación que está compuesto por tres bloques (Cuadro 76). Se utilizan términos lingüísticos y la indeterminación usando SVN basado en los impactos causados por el Fenómeno del Niño.

Cuadro 76. Descripción de los bloques

ID	Nombre	Descripción
1	Conocimiento	Medir el conocimiento sobre el Fenómeno del Niño
2	Precaución	Medir las medidas precautelares hacia el Fenómeno del Niño
3	Salud	Medir los problemas de salud en el evento Fenómeno del Niño

Se procede a emplear los términos lingüísticos establecidos de la manera que se muestra en el Cuadro 77.

Cuadro 77. Términos lingüísticos empleados

Términos lingüísticos	Número SVN
Extremadamente buena (EB)	(1,0,0)
Muy muy buena (MMB)	(0.9,0.1,0.1)

Términos lingüísticos	**Número SVN**
Muy buena (MB)	(0.8,0,15,0.20)
Buena (B)	(0.70,0.25,0.30)
Medianamente buena (MDB)	(0.60,0.35,0.40)
Media (M)	(0.50,0.50,0.50)
Medianamente mala (MDM)	(0.40,0.65,0.60)
Mala (MA)	(0.30,0.75,0.70)
Muy mala (MM)	(0.20,0.85,0.80)
Muy muy mala (MMM)	(0.10,0.90,0.90)
Extremadamente mala (EM)	(0,1,1)

Fuente: (Leyva Vázquez & Smarandache, 2018, pág. 44.)

Después de conocer los términos lingüísticos y sus respectivos valores de Números neutrosóficos de valor único podemos establecer nuestra tabla de valores SVN con la frecuencia de escala para tratar el nivel de impacto del Fenómeno del Niño.

Cuadro 78. Términos lingüísticos asociados a la frecuencia, de acuerdo con los valores del caso de estudio

Frecuencia	**Número SVN**	**Términos lingüísticos**
Débil	(0.30,0.75,0.70)	Mala (MA)
Moderado	(0.50,0.50,0.50)	Mala (M)
Fuerte	(0.70,025,0.30)	Buena (B)

Luego de establecer las variables con sus terminologías lingüísticas, se establecen los módulos de evaluación y se procede a la recolección de información por cada persona X_1, X_2, X_3, … . X_∞ (Cuadro 55).

Cuadro 79. Datos obtenidos en la recolección de información

	X_1	X_2	X_3
Conocimiento	MA	M	B

	X_1	X_2	X_3
Precaución	M	B	M
Salud	MA	M	B

De acuerdo a la información recopilada y seleccionada se analiza el nivel de impacto mediante el operador SVNWA como se muestra en el Cuadro 80.

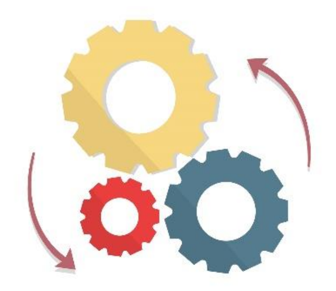
Cuadro 80. Resultados de la evaluación SVN

	Agregación	Tanteo	Clasificación
X_1	(0.35,0.67,0.64)	1.04	3
X_2	(0.56,0.41,0.43)	1.72	2
X_3	(0.65,0.29,0.34)	2.02	1

Los resultados de la evaluación nos permiten ordenar las personas de acorde al nivel de impacto que sufre después de un evento del Fenómeno del Niño. La prioridad será de la siguiente manera: $X2 > X1 > X3$

4.9 Procesos del análisis e implementación del prototipo de la página web

Mediante el diagrama de procesos de la Figura 97, se muestra cómo se llevó a cabo el proceso de recopilación, tabulación y procesamiento de los datos; para luego ser implementados en una página web y así demostrar los resultados mediante gráficos que servirán para que el experto analice y tome decisiones.



Ingreso de Datos

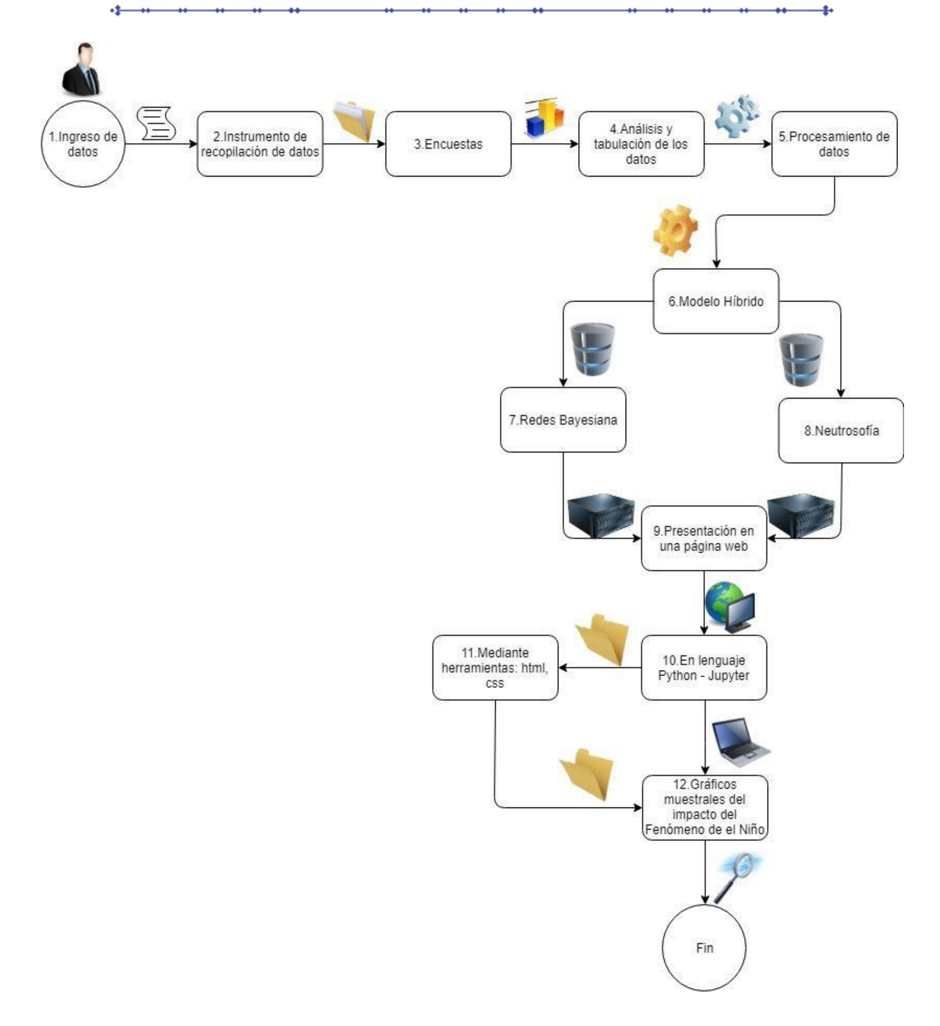


Figura 97. Diagrama de procesos

A continuación, se procederá a describir una pequeña reseña de los procesos realizados en este proyecto para demostrar los resultados en una página web:

1. Ingreso de datos.
   Antes de comenzar con el proceso, debemos de tener suficiente información recopilada, para luego poder ingresar esos datos y proceder a procesarlos, encontrando una solución adecuada y pasar a los siguientes pasos.
2. Instrumento de recopilación de datos.
   Luego de conocer que datos serán ingresados, se procede a

buscar que metodología más adecuada para recolectar información vital, para conocer lo que se está tratando de conocer, o sea cual es el impacto que se genera a causa del Fenómeno del Niño.

3. Encuestas.
   Luego de haber elegido la metodología respectiva para la recopilación de información, se procede a implementarla y a realizar la captación de los datos, después serán procesados.
4. Análisis y tabulación de datos.
   Una vez captada la información se procede a su análisis respectivo y a la tabulación de esta y así establecer las variables en valores numéricos para los gráficos estadísticos y poder procesar la información con sus respectivas metodologías.
5. Procesamiento de datos.
   En el procesamiento de datos, es donde se selecciona los archivos tabulados y ya establecidos para su implementación en el modelo que se desee realizar su análisis.
6. Modelo híbrido.
   Luego de procesar los datos y dejarlos listo se procede a implementar el modelo híbrido que se detalla a continuación en dos metodologías de la inteligencia artificial.
7. Redes bayesianas.
   Se analiza la información mediante el uso de este método el cual consiste en conocer la probabilidad de un evento a suceder mediante el uso de fórmulas matemáticas y de grafos dirigidos los cuales son establecidos como nodos.
8. Neutrosofía.
   Luego de analizar la información con el método de redes bayesianas el resultado obtenido se procede a ser analizado y encontrar que valor tiene más prioridad de acercarse a la realidad para así obtener un resultado más preciso.
9. Presentación en una página web
   Una vez analizado todo el dato e implementado sus respectivas metodologías se procede a utilizar herramientas informáticas para presentar los resultados.
10. En lenguaje Python-Jupyter.
   Se procede a realizar la página web en lenguaje Python, y a su vez se analiza los datos para generar gráficos estadísticos mediante el uso de librerías de Jupyter para presentar los

gráficos en la página web.
Cabe mencionar que la herramienta Jupyter no permite realizar páginas web, sino que es usada como librerías para generar códigos y compartir con usuarios de esta herramienta para analizar datos.

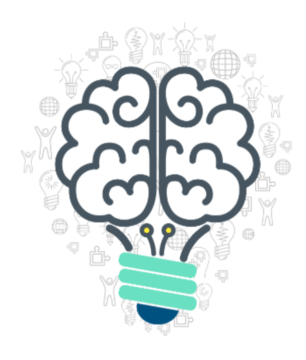
11. Mediante herramientas: Html, Css.
Para la implementación de la página web se procede a usar herramientas de entorno web tales como Html y Css para estructurar y diseñar la página web
12. Figuras muestrales del impacto del Fenómeno del Niño
Una vez realizado todo el proceso anterior, se procede a mostrar los gráficos con los resultados analizados y el impacto que genera el Fenómeno del Niño en la sociedad, para que el experto pueda tomar una decisión correcta con respecto al tema.

4.10 Conclusiones

Mediante herramientas de análisis y procesamientos de datos informático como son Matlab para el análisis de la lógica difusa, y Elvira para el diseño y análisis de incertidumbre de las redes bayesianas, de esta manera se desarrolló un soporte de tomas de decisiones en base de técnicas de inteligencia artificial para el caso de estudio que consiste en conocer el impacto social que se ocasiona a causa del Fenómeno del Niño.

Luego de identificar los factores de incidencia se procede a analizar las incertidumbres mediante la aplicación de Redes Bayesianas y a su vez comprobar la probabilidad, luego del análisis en las Redes Bayesianas con el resultado obtenido se procede a realizar el análisis de lógica difusa usando las reglas de inferencia creadas en Mandami usando métodos de Fuzzificación y Defuzzificación, obteniendo como resultado valores difusos para realizar el análisis de números neutrosóficos de valor único obteniendo como resultado la variable de prioridad del impacto social ocasionado por el Fenómeno del Niño.

Por último, se desarrolló un prototipo web en lenguaje Python para presentar los resultados obtenidos mediante el análisis de Redes Bayesianas y Neutrosofía, implementado un modelo híbrido para conocer que método es más factible para la toma de decisiones.



CAPÍTULO 5. MODELO HÍBRIDO DE REDES NEURONALES Y NEUTROSOFÍA PARA EVALUAR LA MORBIMORTALIDAD POST-SÍSMICA

En el año 2016 ocurrió un evento muy desagradable para los habitantes ecuatorianos donde un gran número de personas murieron como consecuencia del terremoto de gran magnitud que tuvo lugar en ese año. Después del evento post-terremoto, el número de muertes se incrementó paulatinamente debido a diversas variables que afectaron directa e indirectamente a los habitantes ecuatorianos.

Por la razón antes mencionada, surgió la necesidad de apoyar a los expertos en la toma de decisiones en los eventos post-terremoto siendo esta una situación de incertidumbre, ya que un terremoto de cualquier magnitud no se puede predecir, desarrollando un modelo matemático híbrido que combina Redes Neuronales Artificiales y Neutrosofía. Gracias a este modelo se pretende evaluar los factores de mortalidad y morbilidad del terremoto de 2016, para que en el futuro cuando vuelva a ocurrir un evento sísmico de igual o mayor magnitud, se pueda reducir la tasa de mortalidad y morbilidad de los habitantes de Pedernales (Patiño Plazarte & Arauz González, 2019).

Este proyecto incluye un análisis de los diferentes factores que influyeron en la morbilidad y mortalidad con respecto a lo ocurrido en el terremoto de 2016 en Ecuador. También el detalle de la creación del modelo neuro-neutrosófico basado en un MCN, además del desarrollo de un prototipo de página web informativa que servirá para demostrar el estudio realizado.

Tradicionalmente, los indicadores de morbilidad y mortalidad se utilizan para medir los efectos sociales y sanitarios. El número de muertes causadas por una catástrofe representa el impacto inmediato sobre la población humana y depende de múltiples variables, como las características físicas del evento, el momento, el lugar, la densidad de población, el tipo de asentamiento humano y el alcance de las medidas preventivas.

La importancia atribuida a una catástrofe grave depende principalmente del número de muertos o heridos y, en menor medida, del grado de perturbación de la sociedad, el entorno urbano o la economía. Con pocas excepciones, las organizaciones de ayuda también han reflejado la misma escala de valores. Las noticias de innumerables muertes suelen despertar el apoyo a nivel internacional, que se expresa en el envío de alimentos, medicinas, equipos y personal de rescate y médico.

No todas las catástrofes provocan graves problemas sanitarios inmediatos y víctimas masivas. Los traumatismos causados por el derrumbe de estructuras artificiales son un problema importante en el período inmediatamente posterior a un terremoto. Tras las catástrofes de impacto repentino, la primera prioridad que suelen tener los países afectados es el tratamiento colectivo de las víctimas.

Este trabajo describe los tipos de factores encontrados tanto en la morbilidad como en la mortalidad, y contribuye a un enfoque más racional de la atención, la prevención y el socorro en situaciones similares.

Los datos recolectados del terremoto ocurrido en Ecuador en el año 2016, a través del presente estudio, servirán a los expertos para obtener una prevención de las actividades que deben realizar las diferentes entidades ya sean de salud, rescate o alimentación, con el fin de disminuir los índices de mortalidad de un futuro terremoto, con respecto al evento sísmico antes mencionado.

5.1 El problema de los sismos en Ecuador. Caso de estudio: víctimas del terremoto ocurrido en el Cantón Pedernales año 2016

Los terremotos son una amenaza natural latente. Se ha comprobado científicamente que son eventos naturales impredecibles. Según Trujillo, Ospina & Parra (2010) “aunque se ha avanzado mucho en la predicción a largo y mediano plazo, aún no es posible predecir con certeza el momento exacto en que ocurrirá un terremoto” (p. 30). Por esta razón al no ser predecibles en el

tiempo trae como "peores consecuencias las muertes de seres humanos, que es lo más importante, y los brotes epidemiológicos que llevan a la muerte de estos" (p. 30).

Esta circunstancia se intensifica cuando no existe un control de riesgo suficiente en la zona de impacto. Sin embargo, a pesar de lo anterior, la mayoría de los ecuatorianos no tienen la suficiente experiencia para manejar estas situaciones calamitosas, según el diario El Comercio "El país no registraba un evento de esta intensidad desde hace 18 años, por lo que la población no recuerda o no tiene idea de qué hacer, reconocieron las autoridades del Geofísico".

La noche del 16 de abril de 2016 exactamente a las 18h58 TL (23:58 UTC), el territorio ecuatoriano fue sacudido por un sismo de 7,8 Mw en la escala de Richter su epicentro ubicado en las costas del cantón Pedernales provincia de Manabí, según el Informe Sísmico del año 2016 del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN).

La ubicación geográfica del problema en el que se centra esta investigación es en el cantón Pedernales, provincia de Manabí. Esta es una de las poblaciones más afectadas por el movimiento telúrico de alta intensidad donde la mayoría de las estructuras físicas colapsaron y las que no colapsaron sufrieron grandes daños en su infraestructura, dejándolas prácticamente inhabitables.

Además de los daños materiales, el cantón de Pedernales cuya población consta, según el último Censo de Población realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) en 2010, con un total de 55.128 habitantes donde, según el Último Informe de Situación de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) del 19 de mayo de 2016, lamentablemente fallecieron 183 personas, también se reportó 1 persona desaparecida, varios heridos y otras afectaciones directas.

En dicho cantón (Figura 98) se tomarán en cuenta los factores más importantes que tuvieron que ver con las muertes para los diversos factores encontrados, que el experto utilizará para evaluar la morbilidad y mortalidad causada por el terremoto del 16 de abril de 2016.



Figura 98 Ubicación geográfica del Cantón Pedernales

Ecuador se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico, lo que sugiere que los habitantes de este país estén preparados para este fenómeno natural que aún no se puede predecir con antelación. Los daños que pueden causar este tipo de desastres son calculables, pero sólo cuando ha ocurrido; en este caso específico, los más importantes son los daños en las edificaciones médicas como hospitales y centros de salud; en el sistema de transporte de agua potable; los sistemas sanitarios y ambientales.

En el caso de que los edificios destinados a la atención de la salud de las personas colapsen o sufran daños importantes en su infraestructura dejándolos inutilizables, no podrían prestar el servicio médico a las personas que antes del sismo ya tenían algún tipo de morbilidad preexistente, que necesita ser monitoreada periódicamente y que, al no hacerlo, puede llevarlas a la muerte.

También se ven afectados el sistema de transporte de agua potable y el sistema sanitario, que colapsaron debido al terremoto, contaminando el agua que estaba en buenas condiciones para el consumo humano; la gente, sin saberlo, puede estar contaminando su cuerpo con enfermedades al beber esta agua.

Existe la probabilidad de que se produzcan daños en el medio ambiente debido a las fábricas que utilizan componentes químicos que son tóxicos y contaminantes que pueden afectar a la salud de las personas cercanas.

Otro aspecto a tener en cuenta es el agua estancada, ya sea por el derrame de agua de los sistemas de agua potable o sanitarios, o por el simple hecho de que el lugar donde se produjo el terremoto se encuentra en la temporada de invierno donde las lluvias son constantes, lo que provoca la proliferación de enfermedades vectoriales como, por ejemplo, las transmitidas por los mosquitos.

Tampoco hay que ignorar a las personas que han estado en contacto con los fallecidos y que pueden estar infectadas con alguna enfermedad. Todos estos factores conducen a la muerte de seres humanos si no son tratados médicamente a tiempo.

Debido a las razones mencionadas anteriormente que ocurrieron después del terremoto, este trabajo de investigación tiene como objetivo encontrar los principales factores que influyen en la morbimortalidad de las personas para evaluar estos factores como variables que permitirán al experto tomar las mejores decisiones en el estado de incertidumbre respecto a la morbimortalidad humana utilizando el modelo propuesto.

Existe incertidumbre por parte de los expertos para tomar decisiones más seguras respecto a la morbimortalidad, ya que al evaluar las variables que influyen en ésta no estarían tan seguros de

a qué factor deben prestar más atención y priorizar cuando se trata de salvaguardar vidas humanas.

El sismo ocurrido en el cantón Pedernales el 16 de abril del 2016 con magnitud de 7,8 MW en la escala de Richter, con 1.570 réplicas, provocó en algunos casos la ruptura de las estructuras de las viviendas y en gran parte de las cuales estaban mal construidas, las cuales no contaban con las medidas suficientes en la elaboración de las construcciones para regiones de alta peligrosidad sísmica, esto puede ser porque no siguieron los modelos constructivos adecuados. Este fenómeno también provocó lesiones, traumas físicos y psicológicos, así como enfermedades que afectaron a los habitantes de la localidad afectada por diversos factores, principalmente por la falta de acceso a redes de agua potable, servicios sanitarios adecuados y el estancamiento de agua que provoca la proliferación de mosquitos transmisores de enfermedades vectoriales.

La justificación que se dio para el desarrollo de esta investigación fue la de evitar y/o reducir las pérdidas humanas con la creación del prototipo de la página web que brindará un aporte significativo porque ayudará a los expertos a tomar las decisiones más adecuadas y precisas a la hora de evaluar los factores que se deben tener en cuenta con la morbimortalidad que afecta a las personas que sufren un evento catastrófico, en este caso un terremoto de gran magnitud.

Servirá de base para que en el futuro cuando se vuelva a presentar un evento de similares características en el cantón de Pedernales, estar preparados sobre cuáles son los factores más importantes a tomar en cuenta y cuáles son los que más afectan a las personas y que deben ser atendidos de manera prioritaria para evitar la posterior muerte de seres humanos a causa de estos.

El objetivo de esta investigación es desarrollar un modelo híbrido de Redes Neuronales y Neutrosofía para medir la morbilidad y mortalidad post-terremoto.

5.2 Metodología empleada

Para esta investigación se ha planteado aplicar el tipo de investigación cualitativa y evaluativa. La investigación cualitativa como tipo de investigación, se va a usar en la presente investigación porque se va a analizar los factores que intervinieron en la mortalidad y morbilidad luego del terremoto en el cantón Pedernales siendo este un ámbito de ciencias sociales, por lo que se van a manejar datos de carácter cualitativos como por ejemplo, el

factor de las construcciones de concreto de las edificaciones; que serán adquiridos mediante encuestas realizadas a una muestra de la población seleccionada para su correspondiente estudio, para comprender cuales de estos factores son los más importantes a tener en cuenta por los expertos al momento de realizar el proceso de toma decisiones correspondiente a estas. Se recogerán datos descriptivos mediante encuestas e investigaciones para posteriormente interpretarlos a través de técnicas estadísticas.

La investigación evaluativa también se aplica a este trabajo de investigación porque uno de los objetivos específicos en esta es evaluar y valorar la importancia de los factores que intervinieron en la morbimortalidad de los habitantes del cantón Pedernales donde fue el epicentro del terremoto del pasado año 2016, para luego con dicha valoración tomar una decisión que brinde una explicación lógica y coherente al problema planteado. Esta evaluación tiene en cuenta los antecedentes de la población antes mencionada.

En resumen, la investigación cualitativa y evaluativa sirve para evaluar fenómenos sociales de las cuales se deseen obtener una explicación al problema previamente propuesto mediante valoraciones que permitirán llegar a una conclusión específica. En el presente proyecto se utilizó ambos tipos de investigación para determinar las causas que ocasionaron los diferentes factores de morbimortalidad en las víctimas del terremoto en el cantón Pedernales, mediante el análisis de sus antecedentes y demás investigaciones relacionadas en diferentes literaturas existentes.

La población en este trabajo de investigación son los habitantes del cantón Pedernales que fueron víctimas del terremoto ocurrido el 16 de abril de 2016. Según el último censo realizado por la INEC en el año 2010, el cantón Pedernales constaba con 55128 habitantes hasta ese entonces.

Debido a que la población del cantón Pedernales es muy grande según el último censo del año 2010 a la fecha actual se considera que ha incrementado el número de habitantes, es necesario tomar una muestra que represente a la población completa para realizar el trabajo de investigación.

Se aplicó la siguiente fórmula para obtener el tamaño de la muestra:

$$M = \frac{\frac{z^2 \cdot p\,(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \cdot p\,(1-p)}{e^2 \cdot N}\right)}$$

En donde:

M = denota el tamaño de la muestra.

N = es el tamaño de la población objetivo.

e = es el margen de error (del 5%, expresado en decimales 0.05).

z = es el nivel de confianza deseado en puntuación (95% = 1.96). La puntuación z es la cantidad de desviaciones estándar que una proporción determinada se aleja de la media.

Como resultado de la aplicación de la fórmula dio como muestra 382 individuos del total de la población. De la muestra obtenida, solo se seleccionaron 30 individuos para utilizarlos como una semilla para realizar una simulación mediante el Método de Simulación de Montecarlo. Se encuestó a las 30 personas y a raíz de sus respuestas se procedió a realizar la simulación, la cual nos arrojó los resultados del resto de individuos de la muestra obtenida.

En el presente trabajo de investigación se hace el uso de variables que según lo definen (Hernández Sampieri, et al., 2014): “Propiedad que tiene una variación que puede medirse u observarse” (p. 105), para identificar los distintos factores que se presentan en la problemática de este trabajo investigativo.

El cuadro 81 muestra las variables que para efecto del presente proyecto se consideran factores y ponderaciones. Hay un total de 20 variables, donde una es de carácter cuantitativo y las diecinueve restantes son de carácter cualitativo.

Cuadro 81. Variables con su equivalencia en factores que influyeron en la morbimortalidad luego del terremoto

#	Variables	Factores	Descripción	Tipo
1	n_pers	Sobrepoblación	Cantidad de personas que habitan la región afectada por el terremoto.	Cuantitativa
2	cons_con	Construcciones de concreto	Destrucción de construcciones de cemento y bloques de las edificaciones, puentes, etc.	Cualitativa
3	atrp_esc	Atrapado bajo escombros	Estar atrapado bajo escombros aumenta la probabilidad de muerte de las personas debido a las diversas lesiones o traumas no tratadas a tiempo.	Cualitativa
4	zon_urb	Zona urbana	Zona geográfica urbana con gran cantidad de habitantes y edificaciones generalmente de concreto.	Cualitativa
5	cen_sal	Destrucción de centros de salud	Falta de centros de salud debido al derrumbamiento de este por el terremoto.	Cualitativa

#	Variables	Factores	Descripción	Tipo
6	norm_con	Ausencia de normas de construcción	Ausencia de normas de construcción adecuadas para la construcción de edificaciones en zonas de alto riesgo sísmico	Cualitativa
7	carr_trans	Destrucción de carreteras y medios de comunicación	Destrucción de carreteras y medios de comunicación.	Cualitativa
8	cost_mar	Cercanía a las costas marítimas	Cercanía a la costa marítima.	Cualitativa
9	inst_med	Falta de instrumentos médicos	Falta de instrumentos médicos, medicinas y especialistas para tratar las distintas enfermedades y traumas de las personas dejadas por el terremoto.	Cualitativa
10	terr_noc	Ocurrencia de terremoto en la noche	Probabilidad de ocurrencia del terremoto en la noche, lo que dificulta la reacción inmediata de las personas frente a este.	Cualitativa
11	cond_end	Condiciones endémicas	Condiciones endémicas. Enfermedades que afectan habitualmente a una región.	Cualitativa
12	cont_cad	Contacto con cadáveres	Probabilidad de contagio de enfermedades de las personas que entran en contacto físico con los cadáveres de las personas fallecidas.	Cualitativa
13	serv_bas	Interrupción de servicios básicos	Interrupción de los servicios básicos de atención de salud.	Cualitativa
14	des_alim	Desaseo de alimentos	Desaseo de las fuentes de alimento y agua, las cuales al ser ingeridas por las personas pueden contraer enfermedades que afectan a su salud.	Cualitativa
15	hac_san	Hacinamiento y saneamiento	Control del Hacinamiento y Saneamiento en albergues para refugiar a los damnificados y desplazados.	Cualitativa

#	Variables	Factores	Descripción	Tipo
16	lluvias	Lluvias	Las lluvias pueden provocar que las personas que han sobrevivido del terremoto y no se hayan refugiado puedan contraer resfriados u otras enfermedades por las bajas temperaturas.	Cualitativa
17	estc_agua	Estancamiento de agua	Estancamiento de agua que permite proliferación de insectos transmisores de enfermedades vectoriales a las personas.	Cualitativa
18	fam_muer	Familiar muerto	Alteración emocional/psicológica de las personas debido a la muerte de un familiar o alguien cercano.	Cualitativa
19	replicas	Temor por réplicas	Alteración emocional/psicológica de las personas debido a estar pendientes a las múltiples réplicas que ocurren luego del terremoto.	Cualitativa
20	enf_pre	Enfermedades preexistentes	Enfermedades físicas como mentales que las personas padecían antes del terremoto.	Cualitativa

El cuestionario empleado para realizar las encuestas orientadas a la población de Pedernales se conformó de un total de 24 preguntas, divididas en 3 preguntas personales, 10 preguntas con relación a la mortalidad post-sísmica y 11 preguntas relacionadas con la morbilidad post-sísmica.

Se procedió a realizar el Método de Simulación de Montecarlo, sobre diferentes escenarios de las encuestas realizadas generando datos estadísticos para las distintas entradas de probabilidad.

Se realizaron más de 30 simulaciones, de las cuales se tomaron en cuenta 24 simulaciones que corresponde a cada posible respuesta de las distintas preguntas que pudieron responder los encuestados y se realizaron 1000 iteraciones por cada respuesta simulada para la observación del comportamiento de los valores esperados, esto se realizó por medio del software de Excel y @RISK que es un complemento que trabaja por medio de las hojas de cálculo de Excel, revisar el anexo 3.

A continuación, se procederá a describir el comportamiento las

variables tomadas en consideración:

Número de personas (N^0) = Es el número de personas.
Variable (x_i) = Es un valor que se da tomando en cuenta las características a considerar, está dado en bases a las opciones seleccionadas de las encuestas.

$$X_1 + X_2 + X_3 + \cdots + X_n$$

Muestra (N) = Es la sumatoria total de la frecuencia absoluta.
Frecuencia absoluta (f_i) = Es la cantidad de veces que se repite un suceso determinado. La sumatoria es igual al número total de datos N, este dado por el número de veces que una persona ha seleccionado una opción de alguna pregunta en la encuesta.

$$N = f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_n$$

Otra manera de representar la Frecuencia absoluta (f_i) es:

$$\sum_{i=1}^{n} f_i = f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_n = N$$

Frecuencia absoluta acumulada (N_i) = Es la sumatoria acumulada de la frecuencia absoluta f_i

$$N_i = f_1 + f_2 + f_3 + \cdots + f_n$$

Frecuencia relativa (n_i) = Es el cociente entre la frecuencia absoluta (f_i) y el tamaño de la muestra (N).

$$n_i = \frac{f_i}{N}$$

Frecuencia relativa acumulada (F_i) = Es la suma de todas frecuencias absolutas y sus valores son iguales o inferiores al valor considerado.

Ejecución del modelo de simulación

Se procederá a mostrar una tabla con una muestra de 30 datos de encuestas y 3 selecciones de opciones para la aplicación del Método de Simulación de Montecarlo.

Cuadro 82. Cálculos para la ejecución de Método de Simulación **de Montecarlo**

x_i	f_i	N_i	n_i	F_i	Intervalos	
1	15	15	0,5	0,5	0	0,5
2	12	27	0,4	0,9	0,5	0,9
3	3	30	0,1	1	0,9	1
Total	**30**	**30**	**1**			

Lo primero que se procede a realizar es darle los valores de las selecciones de las respuestas a las encuestas, siendo uno totalmente de acuerdo, dos parcialmente de acuerdo y tres totalmente en desacuerdo. Luego se procede a calcular la frecuencia absoluta (f_i), esto se realiza haciendo una sumatoria de cuantas veces una persona seleccionó una respuesta de una misma pregunta dentro de la encuesta en este caso 15 personas estuvieron totalmente de acuerdo, 12 estuvieron parcialmente de acuerdo y 3 estuvieron en desacuerdo, después se procede a hacer el cálculo de la frecuencia absoluta acumulada (N_i), la frecuencia relativa (n_i) y la frecuencia relativa acumulada (F_i) y por último se procede hacer un rango de intervalos que va entre 0 y 1 se toma en consideración que la columna derecha van los valores de la frecuencia relativa acumulada (F_i) y la columna izquierda empieza en 0 y los siguientes valores toma en cuenta el valor de la frecuencia acumulada (F_i) de la fila anterior del datos que se toma en consideración.

Los resultados que se obtengan serán de gran ayuda para poder a entender la cantidad de personas que estarían de acuerdo con las preguntas de nuestras encuestas por medio de la simulación, nos permitirá tener mucha información y analizar los diferentes escenarios.

Cuadro 83. Resultados del Método de Simulación de Montecarlo

No.	Número aleatorio	Valor pertenencia
1	0,171550443	1

Lo primero que se procede hacer es darle un valor a x que se refiere a que una persona que realiza la encuesta, luego se procede a generar un número aleatorio entre 0 y 1. Una vez generado el numero aleatorio se procede a buscarlo en que rango de intervalo es esta el número aleatorio, una vez encontrado el rango de valores que el número aleatorio se procederá a seleccionar los datos correspondientes en la variable (xi). Una vez obtenido el valor de

pertenencia se puede decir que, si nos da como resultado uno es porque totalmente de acuerdo, dos porque está parcialmente de acuerdo y tres porque está totalmente en desacuerdo.

5.3 Análisis de las encuestas realizada a los habitantes del cantón Pedernales

Se procederá a realizar el correspondiente análisis estadístico sobre los resultados obtenidos de cada una de las preguntas de las encuestas realizadas. Se utilizó el programa estadístico informático IBM SPSS (versión 25), que nos muestra los resultados estadísticos de manera gráfica para una mejor comprensión.

1. ¿Qué edad tiene?

Cuadro 84. Tabla de frecuencias de edades de los encuestados (Agrupada)

Rango Edad Válido	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
[17-28>	76	19,9	19,9	19,9
[28-39>	66	17,3	17,3	37,2
[39-50>	61	16,0	16,0	53,1
[50-61>	79	20,7	20,7	73,8
[61-72]	100	26,2	26,2	100,0
Total	382	100,0	100,0	

Se observa que, de un total de 382 personas encuestadas, las edades de estas se encuentran dentro de un intervalo de 17 – 72 años.

2. ¿Qué género sexual tiene?
   De un total de 382 personas encuestadas que corresponde al 100%; el número de personas con género masculino fue de 202 que corresponde el 52,88% y el número de personas con género femenino fue de 180 que corresponde el 47,12%.

3. ¿Qué nivel educativo tiene?
   Se observa que del total de 382 personas encuestadas que corresponde al 100%; el número de personas que

respondió que tienen Educación Primaria fue de 21 que corresponde el 5,50%, el número de personas que respondió que tienen Educación Secundaria fue de 140 que corresponde el 36,65% y el número de personas que respondió que tienen Educación Superior fue de 221 que corresponde el 57, 85%.

4. ¿Usted considera que la sobrepoblación en el lugar geográfico donde ocurre un terremoto es un factor de incidencia para que exista mayor mortalidad de personas?

Los resultados de la pregunta 4 se muestran en el gráfico de la figura 99.

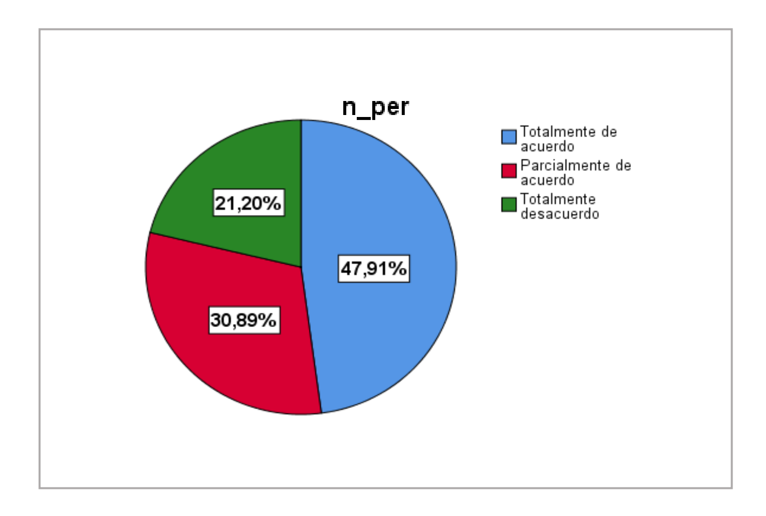


Figura 99. Porcentajes de la pregunta 4

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 4; el 47,91% Totalmente de acuerdo, el 30,89% está Parcialmente de acuerdo y el 21,20% está Totalmente desacuerdo.

5. ¿Usted considera que una zona geográfica urbana con mayor cantidad de edificaciones (casas, edificios) es un factor de incidencia para que exista mayor cantidad personas fallecidas luego del terremoto?

Los resultados de la pregunta 5 se muestran en el gráfico de la figura 100.

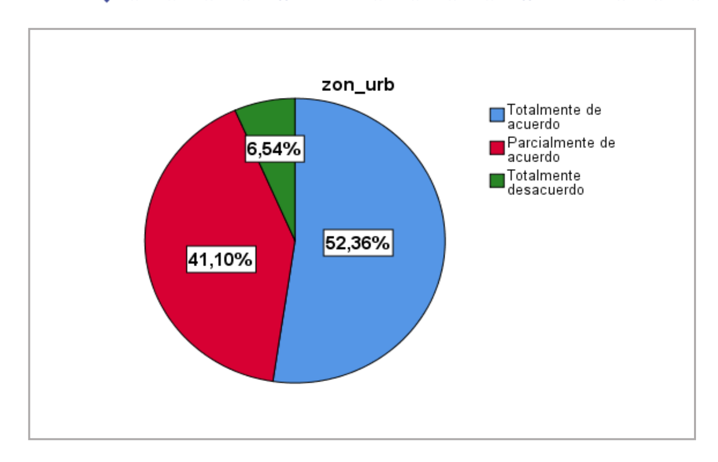


Figura 100. Porcentajes de la pregunta 5

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 5; el 52,36% Totalmente de acuerdo, el 41,10% está Parcialmente de acuerdo y el 6,54% está Totalmente desacuerdo.

6. ¿Usted considera que las construcciones de concreto de las edificaciones (casas, edificios) es un factor de incidencia para que exista mayor cantidad personas fallecidas luego del terremoto?

Los resultados de la pregunta 6 se muestran en el gráfico de la figura 101.

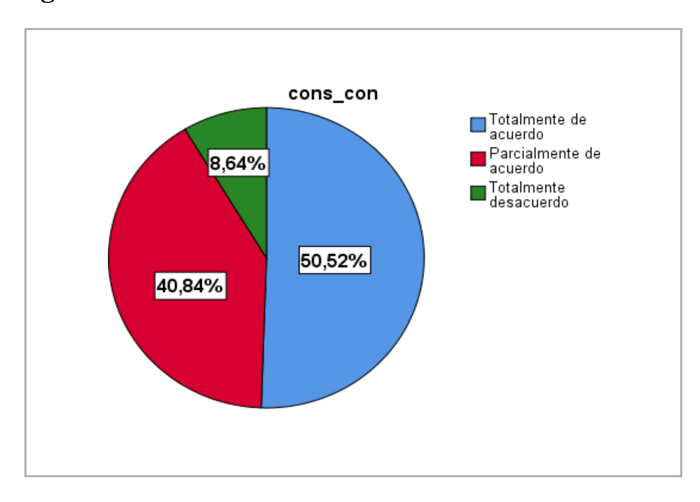


Figura 101. Porcentajes de la pregunta 6

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 6; el 50,52% Totalmente de acuerdo, el 40,84% está Parcialmente de acuerdo y el 8,64% está Totalmente desacuerdo.

7. ¿Usted considera que la ausencia de normas adecuadas para la construcción de edificios en zonas de alto riesgo sísmico es un factor de incidencia para que exista mayor cantidad personas fallecidas luego del terremoto?

Los resultados de la pregunta 7 se muestran en el gráfico de la figura 102.

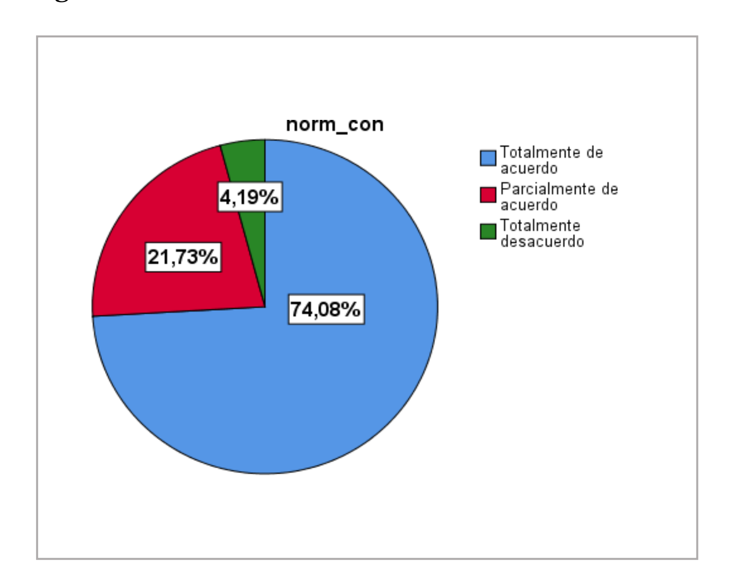


Figura 102. Porcentajes de la pregunta 7

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 7; el 74,08% Totalmente de acuerdo, el 21,73% está Parcialmente de acuerdo y el 4,19% está Totalmente desacuerdo.

8. ¿Usted considera que la falta de centros de salud (hospitales y clínicas) cerca de la zona afectada por un terremoto es un factor de incidencia para que exista mayor mortalidad en los habitantes?

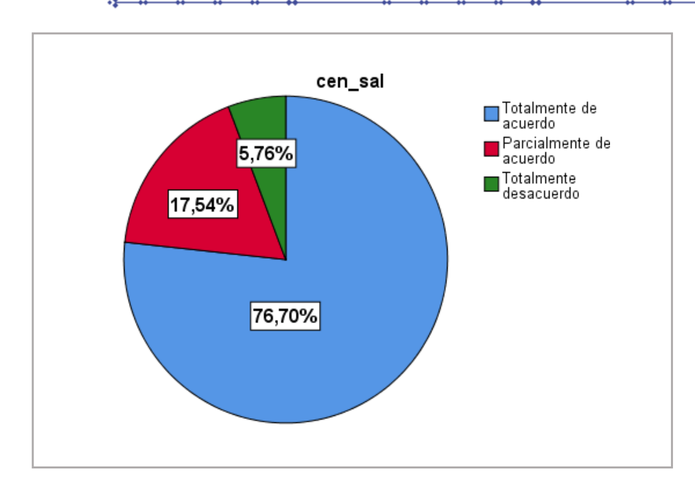


Figura 103. Porcentajes de la pregunta 8

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 8; el 76,70% Totalmente de acuerdo, el 17,54% está Parcialmente de acuerdo y el 5,76% está Totalmente desacuerdo.

9. ¿Usted considera que la falta de instrumentos médicos, medicinas y especialistas para tratar las diversas lesiones físicas son factores que inciden la mortalidad de los afectados por el terremoto?

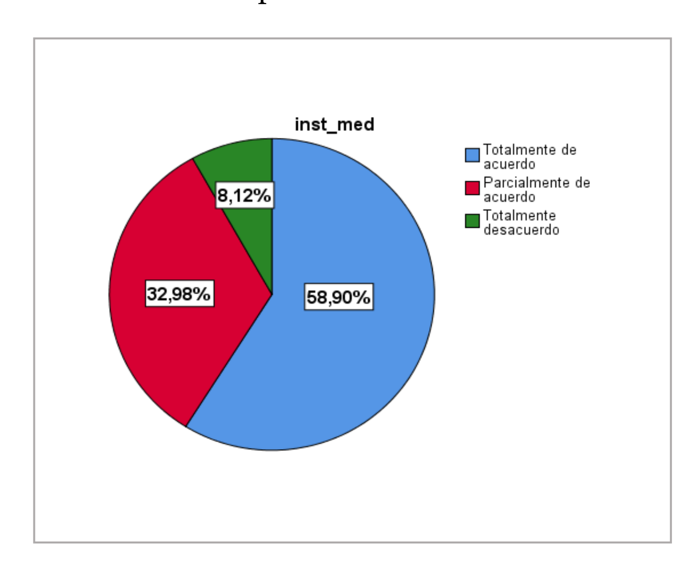


Figura 104. Porcentajes de la pregunta 9

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 9; el 58,90% Totalmente de acuerdo, el 32,98% está Parcialmente de acuerdo y el 8,12% está Totalmente desacuerdo.

10. ¿Usted considera que la cercanía de la población a las costas marítimas es un factor que incide en la mortalidad luego del terremoto debido a un posible maremoto (tsunami)?

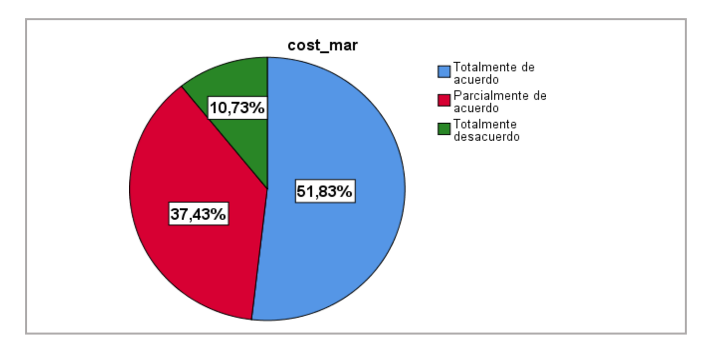


Figura 105. Porcentajes de la pregunta 10

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 10; el 51,83% Totalmente de acuerdo, el 37,43% está Parcialmente de acuerdo y el 10,73% está Totalmente desacuerdo.

11. ¿Usted considera que las carreteras y formas de transporte y comunicación destruidas son factores que inciden en la mortalidad luego del terremoto?

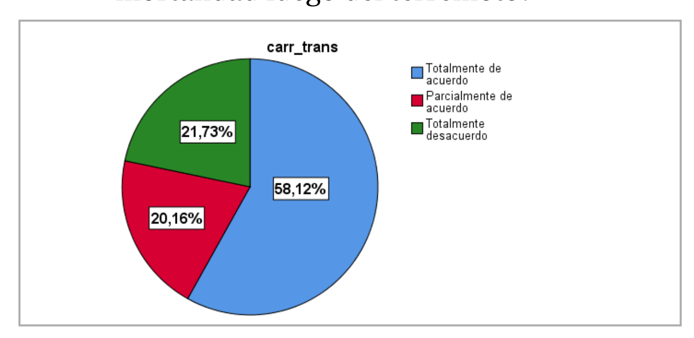


Figura 106. Porcentajes de la pregunta 11

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 11; el 58,12%

Totalmente de acuerdo, el 20,16% está Parcialmente de acuerdo y el 21,73% está Totalmente desacuerdo.

12. ¿Usted considera que estar atrapado bajo los escombros de edificaciones destruidas por el terremoto es un factor que incide en la mortalidad de las víctimas del desastre natural?

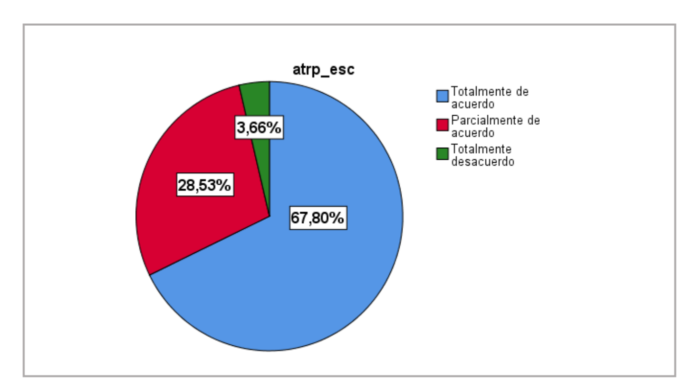


Figura 107. Porcentajes de la pregunta 12

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 12; el 67,80% Totalmente de acuerdo, el 28,53% está Parcialmente de acuerdo y el 3,66% está Totalmente desacuerdo.

13. ¿Usted considera que la ocurrencia del terremoto en la noche es un factor que incide en la mortalidad de las víctimas de este, debido a que no tienen tiempo de reacción inmediata ya que pudieron estar durmiendo?

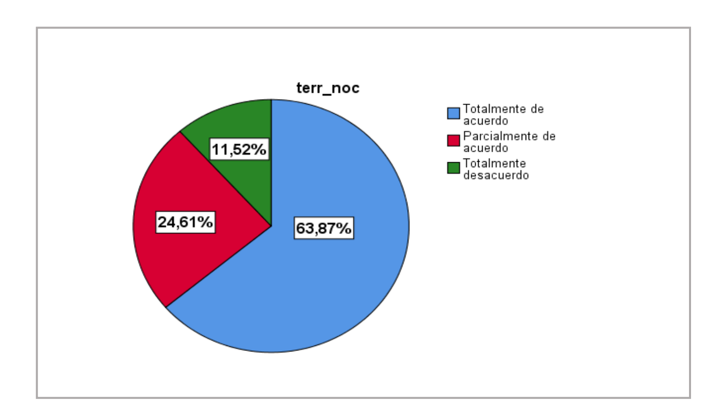


Figura 108. Porcentajes de la pregunta 13

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 13; el 63,87% Totalmente de acuerdo, el 24,61% está Parcialmente de acuerdo y el 11,52% está Totalmente desacuerdo.

14. ¿Usted considera que las condiciones endémicas (enfermedades que afectan a una región) inciden en la morbilidad de la población afectada por el terremoto?

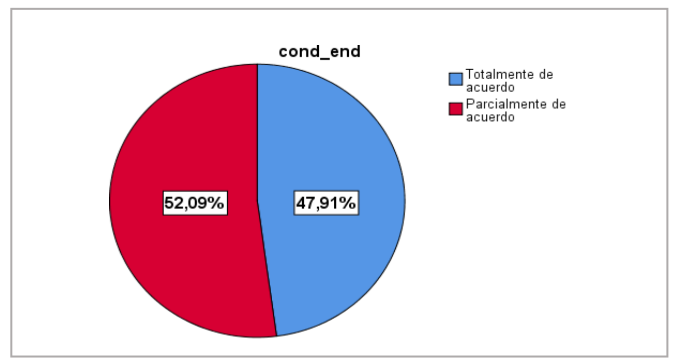


Figura 109. Porcentajes de la pregunta 14

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 14; el 47,91% Totalmente de acuerdo, el 50,09% está Parcialmente de acuerdo y el nadie está Totalmente desacuerdo.

15. ¿Usted considera que estar en contacto físico con los cadáveres de las personas fallecidas inciden en la morbilidad de la población afectada por el terremoto?

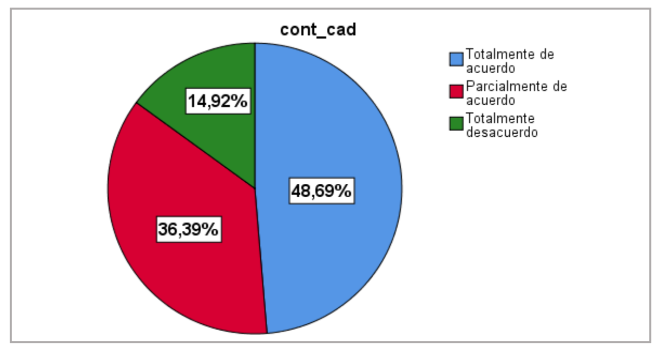


Figura 110. Porcentajes de la pregunta 15

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que

corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 15; el 48,69% Totalmente de acuerdo, el 36,39% está Parcialmente de acuerdo y el 14,92% está Totalmente desacuerdo.

16. ¿Usted considera que los servicios básicos (es decir, el suministro de agua y los servicios de alcantarillado) y las fuentes de energía (gas o electricidad) interrumpidas inciden en la morbilidad de las personas luego de un terremoto?

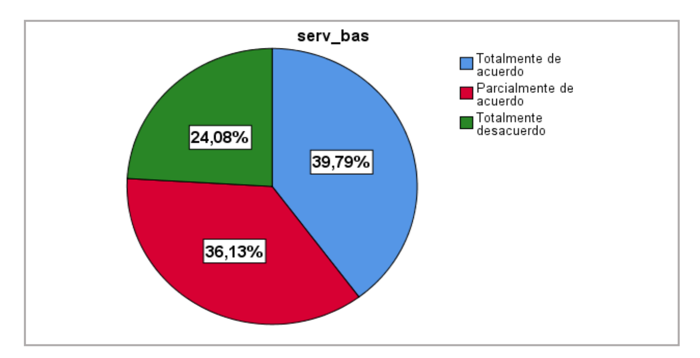


Figura 111. Porcentajes de la pregunta 16

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 16; el 39,79% Totalmente de acuerdo, el 36,13% está Parcialmente de acuerdo y el 24,08% está Totalmente desacuerdo.

17. ¿Usted considera que el desaseo de las fuentes de alimento y de agua potable inciden en la morbilidad de las personas luego de un terremoto?

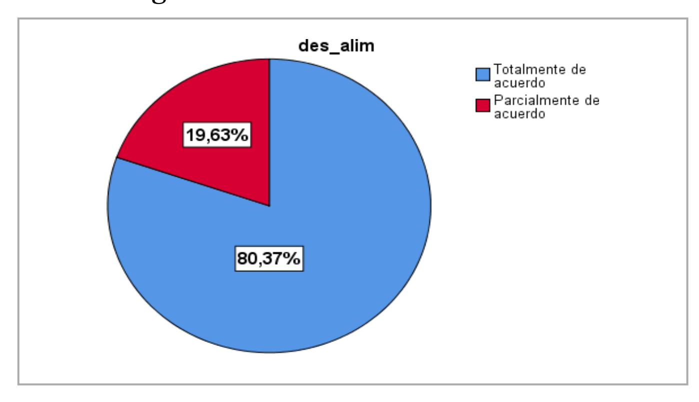


Figura 112. Porcentajes de la pregunta 17

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 17; el 80,37% Totalmente de acuerdo, el 19,63% está Parcialmente de acuerdo y nadie está Totalmente desacuerdo.

18. ¿Usted considera que la agrupación masiva de personas en lugares destinados para albergar personas incide en la morbilidad de las personas luego de un terremoto, esto debido al hacinamiento y saneamiento deficientes en estos lugares?

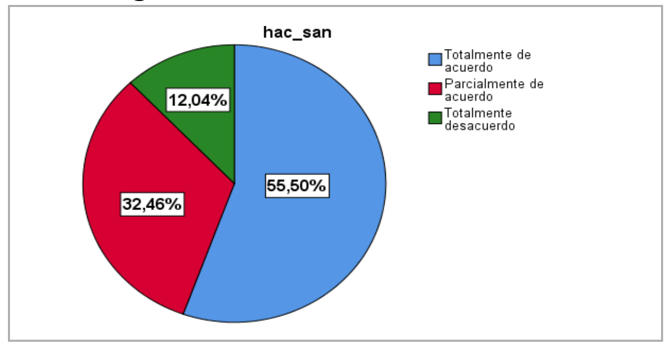


Figura 113. Porcentajes de la pregunta 18

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 18; el 55,50% Totalmente de acuerdo, el 32,46% está Parcialmente de acuerdo y el 12,04% está Totalmente desacuerdo.

19. ¿Usted considera que las lluvias luego del terremoto es un factor que incide en la morbilidad de las víctimas del sismo?

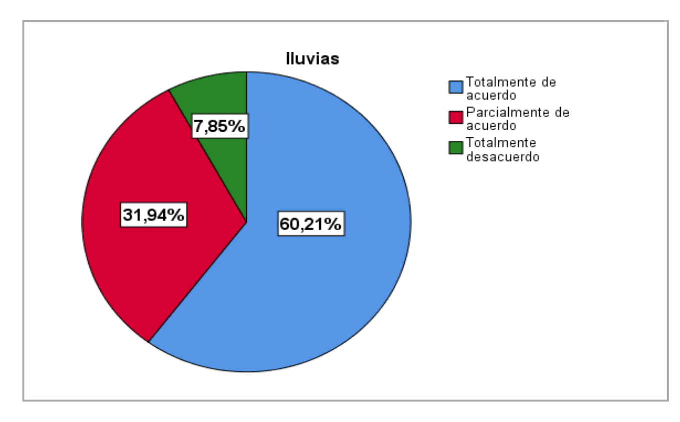


Figura 114. Porcentajes de la pregunta 19

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 19; el 60,21% Totalmente de acuerdo, el 31,94% está Parcialmente de acuerdo y el 7,85% está Totalmente desacuerdo.

20. ¿Usted considera que el estancamiento de agua que permite la proliferación de insectos transmisores de enfermedades es un factor que incide en la morbilidad de las víctimas del sismo?

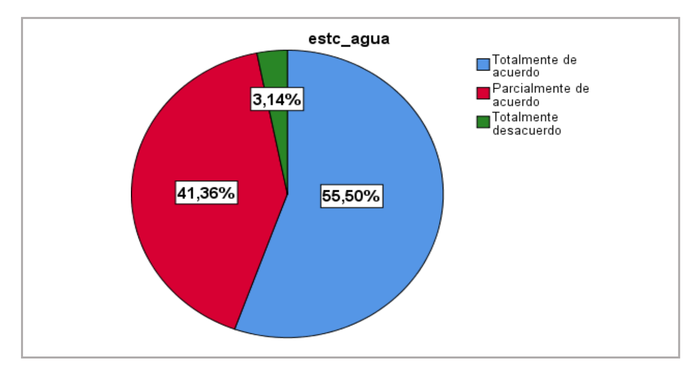


Figura 115. Porcentajes de la pregunta 20

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 20; el 55,50% Totalmente de acuerdo, el 41,36% está Parcialmente de acuerdo y el 3,14% está Totalmente desacuerdo.

21. ¿Usted considera que los miembros de una familia al ver que uno de sus integrantes ha sido víctima mortal del terremoto produce alteraciones emocionales/psicológicos en estos?

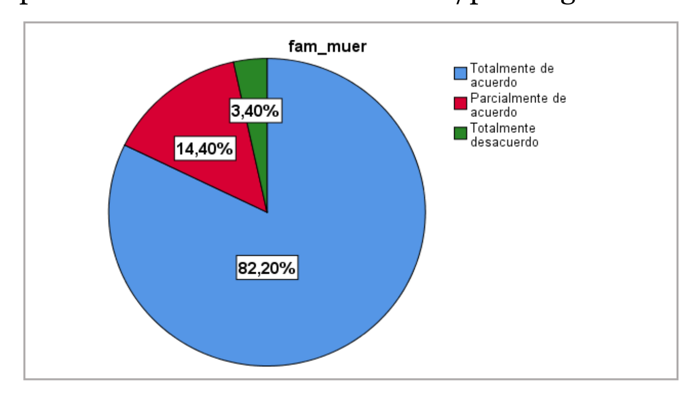


Figura 116. Porcentajes de la pregunta 21

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 21; el 82,20% Totalmente de acuerdo, el 14,40% está Parcialmente de acuerdo y el 3,40% está Totalmente desacuerdo.

22. ¿Usted considera que las víctimas del terremoto puedan tener alteraciones emocionales/psicológicos por el terremoto y las múltiples réplicas?

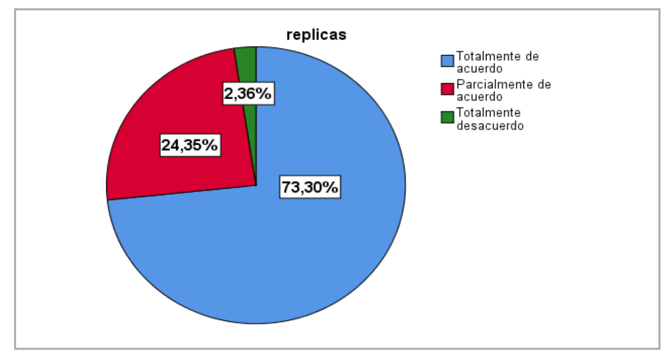


Figura 117. Porcentajes de la pregunta 22

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 22; el 73,30% Totalmente de acuerdo, el 24,35% está Parcialmente de acuerdo y el 2,36% está Totalmente desacuerdo.

23. ¿Usted considera que las víctimas del terremoto que padecen de enfermedades preexistentes (físicas y emocionales) puedan empeorar su estado de salud, por ejemplo, una persona que padece de enfermedades cardiacas o que tenga una extremidad amputada?

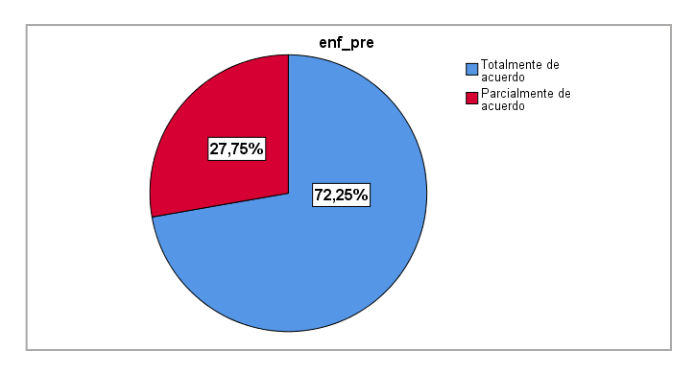


Figura 118. Porcentajes de la pregunta 23

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 23; el 72,25% Totalmente de acuerdo, el 27,75% está Parcialmente de acuerdo y nadie está Totalmente desacuerdo.

24. ¿Usted tiene un familiar o conocido que haya sido víctima mortal del terremoto del 2016 en Ecuador?

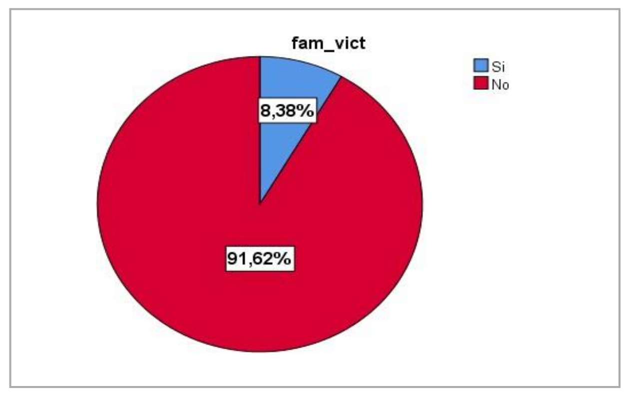


Figura 119. Porcentajes de la pregunta 24

Se observa que de un total de 382 personas encuestadas que corresponde el 100%, correspondiente a la pregunta 24; el 8,38% tuvo algún familiar o amigo que ha sido víctima mortal del terremoto y el 8,38% restante no.

5.4 Modelo Híbrido de Redes neuronales y Neutrosofía propuesto para evaluar la morbimortalidad post-sísmica

Para realizar el modelo propuesto, se consideró hacer uso del software de modelado Mental Modeler para la construcción del modelo de manera gráfica con sus respectivas relaciones y los cálculos entre ellos.

El modelo Neuro-Neutrosófico se basa en la creación de un Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN), que es la generalización del Mapa Cognitivo Difuso (MCD). Los MCDs son métodos híbridos entre los sistemas difusos y las redes neuronales. La caracterización del modelo propuesto es matemático-determinístico cuyas entradas son los distintos factores identificados por el experto del problema propuesto junto con las ponderaciones asignadas por él, y las salidas que son los mismos factores procesados mediante el Análisis

estático en MCN que es un conjunto de cálculos matemáticos que determinan su ordenamiento en función de su importancia.

En el gráfico de la Figura 119 propone un modelo que integra RN y los MCN con el propósito de brindar sugerencias a los decisores en relación con la morbimortalidad luego de un terremoto.



Figura 120. Proceso del modelo propuesto

Los pasos a seguir para la aplicación del modelo Neuro-Neutrosófico son los que se detallan a continuación:

1. Identificar las variables, factores y/o criterios sobre el problema a evaluar

Son los principios, normas o ideas de valoración en relación a los cuales se emite un juicio valorativo sobre el problema a evaluar. Cada uno de los criterios serán los nodos que serán necesarios para la construcción del MCD.

Luego de haber analizado los factores a tener en cuenta para realizar la construcción del Mapa Cognitivo Neutrosófico, se procede con el análisis de las relaciones causales entre ellos.

El cuadro 85 muestra los factores que influyeron en la morbimortalidad que se presentaron luego del terremoto en los habitantes del cantón Pedernales, provincia de Manabí. Estos factores representarán los nodos en el Mapa Cognitivo Neutrosófico (MCN).

Cuadro 85. Factores que influyeron en la morbimortalidad luego del terremoto

#	Factor	Descripción
1	Sobrepoblación	Cantidad de personas que habitan la región afectada por el terremoto.
2	Construcciones de concreto	Destrucción de construcciones de cemento y bloques de las edificaciones, puentes, etc.

#	Factor	Descripción
3	Atrapado bajo escombros	Estar atrapado bajo escombros aumenta la probabilidad de muerte de las personas debido a las diversas lesiones o traumas no tratadas a tiempo.
4	Zona urbana	Zona geográfica urbana con gran cantidad de habitantes y edificaciones generalmente de concreto.
5	Destrucción de centros de salud	Falta de centros de salud debido al derrumbamiento de este por el terremoto.
6	Ausencia de normas de construcción	Ausencia de normas de construcción adecuadas para la construcción de edificaciones en zonas de alto riesgo sísmico
7	Destrucción de carreteras y medios de comunicación	Destrucción de carreteras y medios de comunicación.
8	Cercanía a las costas marítimas	Cercanía de la población a las costas marítimas.
9	Falta de instrumentos médicos	Falta de instrumentos médicos, medicinas y especialistas para tratar las distintas enfermedades y traumas de las personas dejadas por el terremoto.
10	Ocurrencia de terremoto en la noche	Probabilidad de ocurrencia del terremoto en la noche, lo que dificulta la reacción inmediata de las personas frente a este.
11	Condiciones endémicas	Condiciones endémicas. Enfermedades que afectan habitualmente a una región.
12	Contacto con cadáveres	Probabilidad de contagio de enfermedades de las personas que entran en contacto físico con los cadáveres de las personas fallecidas.
13	Interrupción de servicios básicos	Interrupción de los servicios básicos de atención de salud.
14	Desaseo de alimentos	Desaseo de las fuentes de alimento y agua, las cuales al ser ingeridas por las personas pueden contraer enfermedades que afectan a su salud.
15	Hacinamiento y saneamiento	Control del Hacinamiento y Saneamiento en albergues para refugiar a los damnificados y desplazados.
16	Lluvias	Las lluvias pueden provocar que las personas que han sobrevivido del terremoto y no se hayan refugiado puedan contraer resfriados u otras enfermedades por las bajas temperaturas.
17	Estancamiento de agua	Estancamiento de agua que permite proliferación de insectos transmisores de enfermedades vectoriales a las personas.
18	Familiar muerto	Alteración emocional/psicológica de las personas debido a la muerte de un familiar o alguien cercano.
19	Temor por réplicas	Alteración emocional/psicológica de las personas debido a estar pendientes a las múltiples réplicas que ocurren luego del terremoto.

#	Factor	Descripción
20	Enfermedades preexistentes	Enfermedades físicas como mentales que las personas padecían antes del terremoto.

2. Definir una escala para la ponderación de los pesos

Esto se debe hacer por los expertos de dominio del tema a tratar de acuerdo con una escala de preferencia.

Cuadro 86. Términos lingüísticos empleados

Etiqueta	Descripción	Rango
S0	Negativamente muy fuerte (NMF)	**(-1, -0.75)**
S1	Negativamente fuerte (NF)	**(-1, -0.50)**
S2	Negativamente media (NM)	**(-0.75, -0.25)**
S3	Negativamente débil (ND)	**(-0.50, 0)**
S4	Cero (C)	**(-0.25, 0.25)**
S5	Positivamente débil (PD)	**(0, 0.50)**
S6	Positivamente media (PM)	**(0.25, 0.75)**
S7	Positivamente fuerte (PF)	**(0.50, 1)**
S8	**Positivamente muy fuerte (PMF)**	**(0.75, 1)**

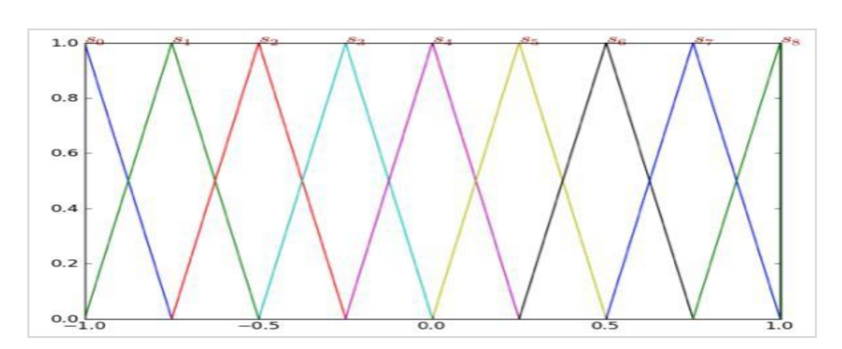


Figura 121. Conjunto de etiquetas lingüísticas

3. Construir el Mapa Cognitivo Neutrosófico

Posteriormente se desarrolla un mapa cognitivo neutrosófico (MCN) para indicar la influencia entre los criterios por el experto. Un MCN consiste en un grafo dirigido con varios nodos que representan los conceptos causales que surgen del tema a tratar y

de arcos dirigidos conectados a los nodos que representan las relaciones causales entre los mismo. Se utilizó la herramienta de software Mental Modeler para construir el MCN, ya que facilita los cálculos matemáticos para obtener los resultados esperados.

4. Asignar la ponderación de los pesos en las relaciones entre nodos

Las aristas que conectan los nodos tienen asociado un peso cuyo valor puede pertenecer al intervalo [-1,1]. Estos valores indican el peso o la intensidad con que un concepto influye en el otro. El peso será positivo si representa una relación causal incremental y negativo si la conexión implica una relación causal decreciente. El término difuso proviene del hecho con que estos valores son asignados por uno o varios expertos y por tanto conllevan algún grado de información cualitativa propia de la interpretación del experto y que es introducida al mapa como un valor concreto.

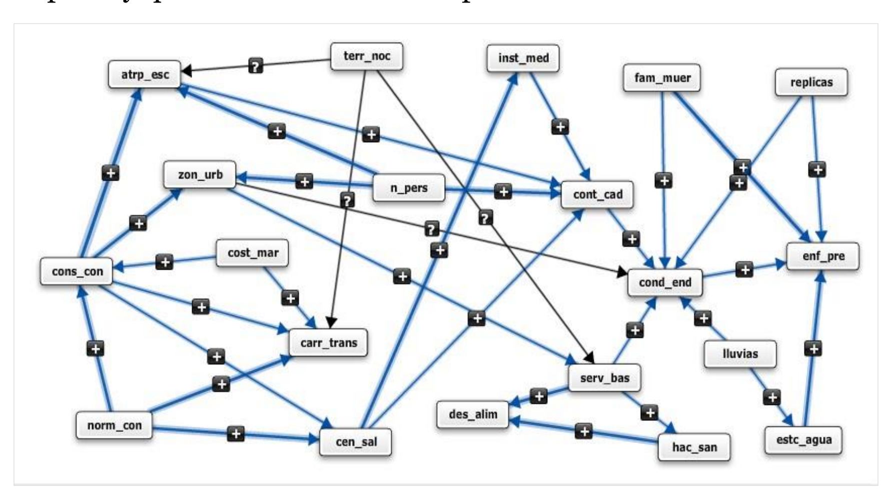


Figura 122. Mapa cognitivo difuso (MCN) obtenido

5. Realizar el Análisis Estático en MCN

El análisis estático en MCN se centra en la selección de los conceptos que juegan un papel más importante en el sistema modelado. Se realiza a partir de la matriz de adyacencia tomando en consideración el valor absoluto de los pesos.

El proceso a seguir en el análisis estático es el que se muestra en la figura 43.

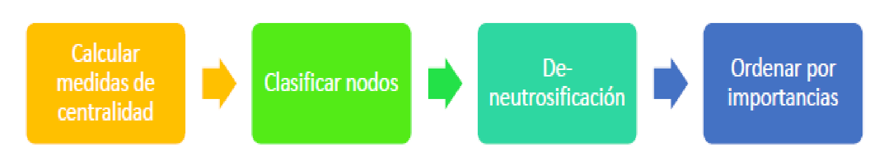


Figura 123. Proceso del Análisis Estático en MCN

La matriz de adyacencia se obtuvo luego de haber construido y de añadir los pesos a cada arco que relaciona los nodos. Esta matriz es fundamental al momento de realizar el análisis estático. A continuación, se muestra la matriz de adyacencia obtenida en el cuadro 87.

Cuadro 87. Matriz de Adyacencia Neutrosófica

	cons_con	atrp_esc	zon_urb	cen_sal	norm_con	carr_trans	cost_mar	inst_med	terr_noc	cond_end	cont_cad	serv_bas	hac_san	des_alim	lluvias	estc_agua	fam_muer	replicas	enf_pre	n_pers
cons_con		1	0.61	0.33		0.22														
atrp_esc											0.17									
zon_urb										0		0.44								
cen_sal								0.5			0.28									
norm_con	0.58			0.67		0.58														
carr_trans																				
cost_mar	0.25					0.36														
inst_med											0.28									
terr_noc		0				0						0								
cond_end																			0.39	
cont_cad										0.33										
serv_bas										0.33			0.47	0.56						
hac_san														0.58						
des_alim																				
lluvias										0.36						0.36				
estc_agua																			0.61	
fam_muer										0.28									0.83	
replicas										0.28									0.47	
enf_pre																				
n_pers		0.53	0.81								0.5									

A continuación, se muestran las medidas de centralidad calculadas en los cuadros 88, 89 y 90.

Cuadro 88. Indegree

cons_con	0.83
enf_pre	2.3

cond_end	1.58 + I
zon_urb	1.42 + I
n_pers	
norm_con	
serv_bas	0.44 + I
cen_sal	1
atrp_esc	1.53 + I
cont_cad	1.23
carr_trans	1.16 + I
des_alim	1.140
fam_muer	
hac_san	0.47
estc_agua	0.36
inst_med	0.5
replicas	
lluvias	
cost_mar	
terr_noc	

Cuadro 89. Outdegree

cons_con	2.16
enf_pre	
cond_end	0.39 + I
zon_urb	0.44 + I
n_pers	1.84
norm_con	1.83 + I
serv_bas	1.36
cen_sal	0.78
atrp_esc	0.17
cont_cad	0.33
carr_trans	I
des_alim	

fam_muer	1.109
hac_san	0.58
estc_agua	0.61
inst_med	0.28
replicas	0.75
lluvias	0.72
cost_mar	0.61
terr_noc	I

Cuadro 90. Total degree

cons_con	2.99
enf_pre	2.3
cond_end	1.97 + I
zon_urb	1.85 + I
n_pers	1.84
norm_con	1.83 + I
serv_bas	1.8 + I
cen_sal	1.78
atrp_esc	1.7 + I
cont_cad	1.56
carr_trans	1.16 + I
des_alim	1.14
fam_muer	1.109
hac_san	1.049
estc_agua	0.97
inst_med	0.78
replicas	0.75
lluvias	0.72
cost_mar	0.61

terr_noc	

El análisis estático en MCN el cual da como resultado inicialmente números neutrosóficos de la forma (a+bI, donde I = indeterminación). Es por ello que se requiere un proceso de-neutrosificación tal como fue propuesto por Salmerona & Smarandache (2010), donde la indeterminación I ∈ [0,1] es reemplazado por sus valores máximos y mínimos.

Cuadro 91. De-neutrosificación

cons_con	2.99
enf_pre	2.3
cond_end	1.97 + 2.97
zon_urb	1.85 + 2.85
n_pers	1.84
norm_con	1.83 + 2.83
serv_bas	1.8 + 2.8
cen_sal	1.78
atrp_esc	1.7 + 2.7
cont_cad	1.56
carr_trans	1.16 + 2.16
des_alim	1.14
fam_muer	1.109
hac_san	1.049
estc_agua	0.97
inst_med	0.78
replicas	0.75
lluvias	0.72
cost_mar	0.61
terr_noc	

Al final se procede a trabajar con la media de los valores

extremos obtenidos en la De-neutroficación mediante la fórmula:

$$\lambda([a_1, a_2\ ]) = \frac{a_1, a_2}{2}$$

Cuadro 92. Mediana de los valores

cons_con	2.99
enf_pre	2.3
cond_end	2.47
zon_urb	2.35
n_pers	1.84
norm_con	2.33
serv_bas	2.3
cen_sal	1.78
atrp_esc	2.2
cont_cad	1.56
carr_trans	1.66
des_alim	1.14
fam_muer	1.109
hac_san	1.049
estc_agua	0.97
inst_med	0.78
replicas	0.75
lluvias	0.72
cost_mar	0.61
terr_noc	0

Como resultado del análisis se determina el siguiente orden de importancia para los factores analizados de acuerdo con la centralidad:

cons_con > cond_end > zon_urb > norm_con ≈ serv_bas > enf_pre > atrp_esc > n_per > cen_sal >

carr_trans > cont_cad > des_alim > fam_muer > hac_san > estc_agua > inst_med > replicas > lluvias> cost_mar > terr_noc

Construcciones de concreto: cuando las edificaciones llegan caerse sobre las personas esto provoca la muerte instantáneamente o provocar asfixia por el polvo inalado.

Condiciones endémicas: son las enfermedades comunes que ocurren en una región como dengue, zika y chikungunya.

Zonas urbanas: son afectadas por la alta tasa de mortalidad y victimas en masa con lesiones traumáticas, estas lesiones a menudo requieren de cuidados intensivos médicos curativos y quirúrgicos, muchos de los pacientes que sobreviven a estas lesiones se enfrentan a complicaciones posteriores que conducen a la morbilidad y mortalidad.

Ausencias de normas de construcciones: tienes como consecuencia que la infraestructura de las edificaciones se venga abajo con facilidad ya que no se toman en cuenta la calidad del material con el que se usan por cuestiones de costos, debido a esto las que las personas que viven en esas edificaciones se vieron gravemente afectadas.

Enfermedades preexistentes: son aquellas enfermedades que estaban presenten antes de que ocurriera el terremoto, las que son tomadas más en consideración son las enfermedades al corazón, cáncer, diabetes, lesiones respiratorias, entre otras, que empeoran debido a la complicación de estas.

Interrupción de servicios básicos: entre los servicios más importantes tenemos el agua ya que esto provoca que haya desaseo en la preparación de alimentos lo que con lleva a tener enfermedades gastro intestinales y la energía eléctrica que mantienen los equipos médicos activos para su uso.

Atrapados bajo escombros: las personas tras sufrir de lesiones por aplastamientos, esto produce problemas en los órganos internos por su mal funcionamientos y al no ser tratadas a tiempo conlleva a la muerte. Las amputaciones de las extremidades son otros de los efectos del estar atrapados bajo escombros.

Sobrepoblación: mientras más personas se encuentren en la zona afectada por el terremoto va a existir mayor probabilidad de personas afectadas.

Destrucción de centros de salud: no existe atención médica para que puedan ser atendidas las personas.

Destrucción de carreteras y medios de comunicación: las destrucciones de carreteras impiden la movilización de los

vehículos de apoyo en el lugar de impacto y comunicaciones cortadas que impiden que las victimas afectadas por el terremoto estén informadas (donde acudir, que hacer).

Contacto con cadáveres: las personas que manipulan los cadáveres son más propensas a adquirir infecciones, ya que pueden al entrar en contacto con la sangre o las heces de los cadáveres, entre las comunes están la hepatitis B y C, el VIH, la tuberculosis y las enfermedades diarreicas.

Desaseo de alimentos: la falta de higiene y la mala manipulación de los alimentos elaboradas para la ingesta humana, en los alimentos de tipo animal es fácil de encontrarse con gérmenes y convertirse en portadores de estos, estos producen brotes epidémicos y contaminaciones múltiples o cruzadas.

Familiar muerto: esto influye en el estado mental de la persona al ver que un familiar, amigos o vecinos que han sido víctimas mortales del terremoto entra en un estado emocional que conlleva al estrés, el pánico y la crisis nerviosas.

Hacinamiento y saneamiento es la agrupación de muchas personas en un albergue y del control que se tiene del mismo.

Estancamiento de agua: causados por el daño en el sistema de transporte en el agua potable, tapado de drenajes y por las lluvias, que al depositarse el agua en contenedores como llantas de autos que se conviertan criaderos de mosquitos los cuales son transmisores de enfermedades vectoriales como dengue, zika y chikungunya.

Falta de instrumentos: médicos falta de herramientas y medicinas para tratar a los afectados por el terremoto por los especialistas encargados en realizar las diversas tareas quirúrgicas.

Temor por réplicas: las personas se encuentran en un estado mental de angustia, crisis nerviosa, ansiedad, estrés, pánico, depresión e insomnio.

Lluvias: infecciones de las vías respiratorias por la lluvia y el frio (gripa, resfriados y tos).

Cercanía a las costas marítimas: al estar en un área costera cerca de los mares luego del terremoto puede producirse un maremoto que afecta a la población cercana a este.

Ocurrencia de terremoto en la noche: falta de reacción ante el terremoto por estar dormido.

En este caso se evidencia que el principal factor que influyó en la morbimortalidad luego del terremoto son las destrucciones de construcciones de las edificaciones de concreto, esto debido a la ausencia de normas de construcción en la zona que afectada por el sismo de gran intensidad. Además, esto dejó como saldo personas

que quedaron atrapadas bajo los escombros de las edificaciones dejando varias personas fallecidas y otras con graves secuelas en su estado de salud donde algunas fueron temporales y otras permanentes, empeorando las condiciones endémicas de la localidad afectada.

5.5 Sistematización del modelo propuesto en una página web

El modelo Neuro-Neutrosófico propuesto se lo implementó en la página web donde el experto hará uso de este para realizar la evaluación de los distintos componentes (factores, variables o criterios) que desee analizar para apoyar en el proceso de toma de decisiones al momento de querer solucionar un problema en específico o encontrar cuál de esos componentes es el más importante a tomar en cuenta para solucionar el inconveniente.

En el siguiente gráfico se muestra el modelo Neuro-Neutrosófico con sus entradas, procesos y salidas.

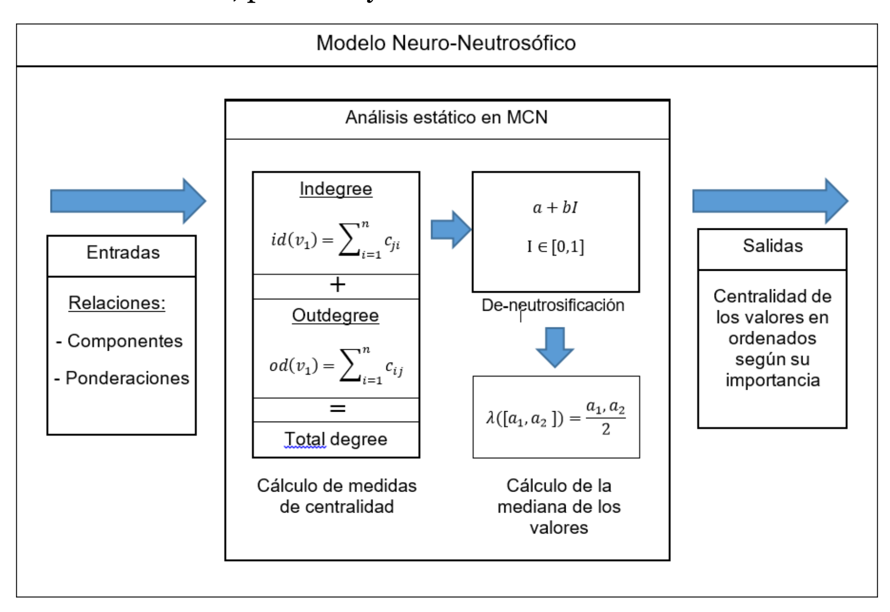


Figura 124. Modelo Neuro-Neutrosófico

El modelo Neuro-Neutrosófico propuesto se constituye de los siguientes componentes:

Entradas: La primera entrada está representada por los componentes (variables, factores, o criterios) identificados del

problema con los que se van a realizar las relaciones correspondientes. La segunda entrada son las ponderaciones por asignar entre las relaciones de los componentes del problema.

Análisis estático en MCN: Lo conforma el proceso denominado Cálculo de las medidas de centralidad que son las sumatorias de los Indegree y el Outdegree, una vez hecho esto se procede a realizar el proceso de De-neutrosoficación para asignar un valor a la indeterminación, luego se procede a realizar el Cálculo de la mediana de los valores sólo en las ponderaciones de las relaciones que sean indeterminadas.

Salidas: Es la centralidad de los valores calculados donde se los ordenan según su importancia logrando identificar cuáles de los factores que intervienen en el problema son las que hay que considerar para su posterior resolución.

La página web desarrollada se encuentra en el siguiente link: https://keviin.pythonanywhere.com/Simulacion, donde el experto consultará el estudio realizado y hacer uso del modelo propuesto.

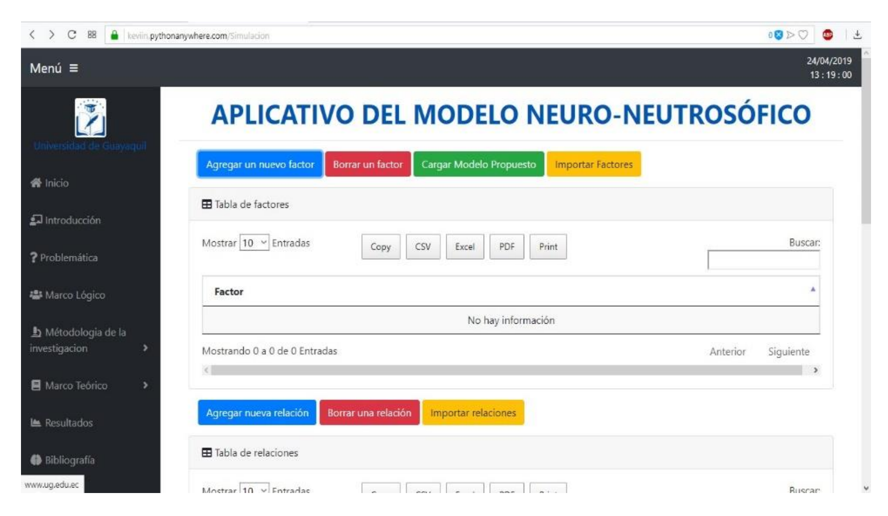


Figura 125. Aplicativo del modelo propuesto implementado en la página web desarrollada

Una vez el experto haya seleccionado la opción "Aplicativo del modelo Neuro- Neutrosófico" del menú de la página web, comenzará a hacer uso de este.

El experto para realizar la evaluación de los factores que conforman el problema identificado y sus ponderaciones en las relaciones donde deberá agregarlos uno por uno; estos factores además pueden eliminarse o modificar su nombre.

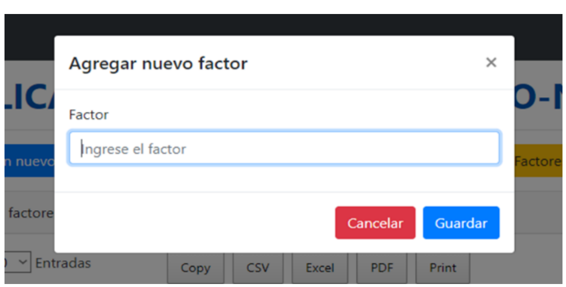


Figura 126. Agregar factores

Una vez agregados los factores a evaluar, se procede a realizar las relaciones correspondientes entre ellos. Los factores agregados se añaden en la tabla de factores.

Factor
Factor 1
Factor 2
Factor 3
Factor 4

Figura 127. Tabla de factores

Luego el experto procederá asignar las ponderaciones entre las relaciones de los factores agregados previamente. Si el experto sabe que existe una relación entre dos factores, pero no sabe qué valor asignarle, puede seleccionar que la relación sea indeterminada.

Figura 128. Agregar nueva relación

Las relaciones se las hacen una a una, la cantidad de relaciones dependen de las que considere el experto. Cada relación agregada se añade a la "Tabla de relaciones" en donde muestra las relaciones entre los factores con su respectivo peso, la escala que representa lingüísticamente el peso asignado, también muestra el tipo de relación entre factores. Las relaciones creadas se las pueden eliminar una a una en caso de que el experto no desee esa relación.

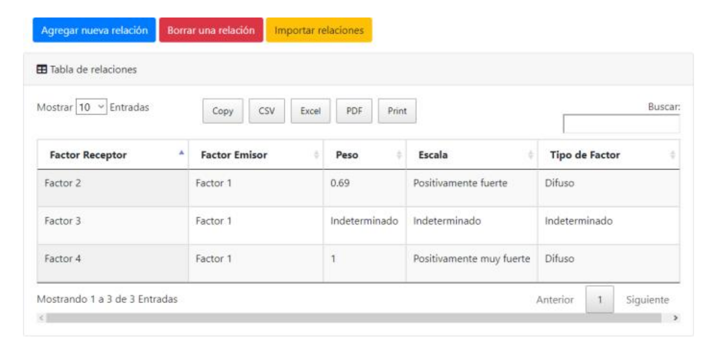

Agregar nueva relación | Borrar una relación | Importar relaciones

Tabla de relaciones

Mostrar 10 Entradas | Copy | CSV | Excel | PDF | Print | Buscar:

Factor Receptor	Factor Emisor	Peso	Escala	Tipo de Factor
Factor 2	Factor 1	0.69	Positivamente fuerte	Difuso
Factor 3	Factor 1	Indeterminado	Indeterminado	Indeterminado
Factor 4	Factor 1	1	Positivamente muy fuerte	Difuso

Mostrando 1 a 3 de 3 Entradas | Anterior | 1 | Siguiente

Figura 129. Tabla de relaciones

Además, el aplicativo permite importar un modelo previamente creado con sus relaciones y ponderaciones para su posterior modificación o análisis. A la vez que las relaciones se van agregando a la tabla de relaciones, se va realizando los cálculos del "Análisis estático en MCN" y colocándose los resultados en la "Tabla de centralidad".

Tabla de centralidad

Mostrar 10 Entradas | Copy | CSV | Excel | PDF | Print | Buscar:

Factor	Indegree	Outdegree	Total degree	De-neutrosificacion	Mediana valores
Factor 1	0	1.69 + I	1.69 + I	1.69 + 2.66	2.17
Factor 4	1	0	1	1	1.00
Factor 2	0.69	0	0.69	0.69	0.69
Factor 3	0.00 + I	0	0.00 + I	0.00 + 0.97	0.48

Mostrando 1 a 4 de 4 Entradas | Anterior | 1 | Siguiente

Figura 130. Tabla de centralidad

Al final se presenta un gráfico de barras, el mismo que muestra los resultados de la centralidad, en donde el experto identificará el orden de importancia de los factores que causan el problema y con aquello tomará una decisión en base a esos resultados.

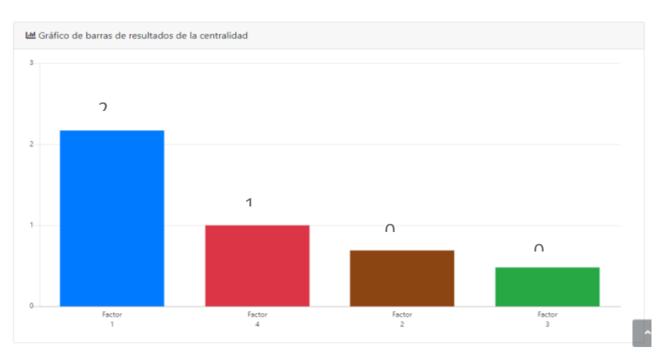


Figura 131. Gráfico de barras de la centralidad obtenida.

5.6 Análisis de las encuestas realizadas a los expertos para la evaluación de la aplicación del modelo creado

Se estructuró el cuestionario en un total de 7 preguntas para realizar la evaluación de la solución creada mediante el juicio de los expertos, revisar el anexo 4. Participaron de manera anónima un experto en Redes Neuronales, 2 doctores expertos en epidemiología y 2 ingenieros civiles expertos en predicción de desastres y prevención de desastres naturales respectivamente. Todos ellos con experiencia profesional de 10 a 18 años. Se utilizó Google Forms para realizar las encuestas en línea a los expertos.

A continuación, se procederá a realizar el correspondiente análisis estadístico sobre los resultados obtenidos de cada una de las preguntas de las encuestas realizadas a los expertos.

1. ¿Cuál es su calificación profesional?

De un total de cinco expertos encuestados, dos son doctores en medicina y cirugía, dos ingenieros civiles y un Ph.D. en Ciencias Técnicas.

2. ¿Cuál es su especialidad?

De los cinco expertos encuestados, uno es Máster en Salud Pública y en Administración y Gerencia en salud, el segundo es Magíster en Epidemiología, el tercero es experto en Diseño Estructural Sismo Resistente y al Estudio, Monitoreo, Modelos y Predicción de Desastres Naturales, el cuarto tiene Especialización en Prevención, Atención y Reducción de Desastres y el quinto es

Máster en Inteligencia Artificial.

3. ¿Cuántos años de experiencia profesional posee?

Los años de experiencia profesional de los expertos van desde los 10 a los 18 años.

4. ¿Usted está de acuerdo sobre el uso de las metodologías de Redes Neuronales Artificiales y Neutrosofía utilizadas en este proyecto son adecuadas para la creación del modelo que ayuda en el proceso de toma de decisiones en estado

De los cinco expertos encuestados que corresponde el 100%, el porcentaje de personas que respondió que están parcialmente de acuerdo que el uso de las RN y Neutrosofía en el modelo propuesto fue del 60%, el 40% restante respondió que están totalmente de acuerdo.

5. En el gráfico se muestran los factores de morbilidad y mortalidad identificados en el estudio realizado. ¿Usted está de acuerdo con la creación de una base de datos con los factores morbilidad y mortalidad identificados después del terremoto ocurrido en el cantón Pedernales año 2016 para que sirva como referencia para estudios posteriores?

De un total de cinco expertos encuestados que corresponde el 100%, el porcentaje de personas que respondió que están totalmente de acuerdo con la creación de la base de datos con los factores de morbilidad y mortalidad identificados después del terremoto en Pedernales 2016 fue del 60%, el 40% restante respondió que están parcialmente de acuerdo.

6. ¿Usted está de acuerdo que la página web desarrollada con el modelo creado que permite evaluar los factores que intervinieron en la morbimortalidad del terremoto ocurrido en el cantón Pedernales, sirva como ayuda para el proceso de toma de decisiones que tienen los expertos en estado de incertidumbre?

De un total de cinco expertos encuestados que corresponde el 100%, el porcentaje de personas que respondió que están totalmente de acuerdo que la página web desarrollada con el modelo creado permite evaluar los factores del terremoto ocurrido

en Pedernales 2016 fue del 80%, el 20% restante respondió que están parcialmente de acuerdo.

7. ¿Qué nivel de utilidad usted le da al uso del modelo implementado en la página web desarrollada?

Se observa que, de un total de cinco expertos encuestados, calificaron el nivel de utilidad del modelo implementado en la página web desarrollada sobre una escala donde 1 es poco útil y 5 muy útil, un experto seleccionó 3, dos expertos seleccionaron 4 y los otros dos seleccionaron 5.

5.7 Conclusiones

En el presente proyecto realizado se evidencia cómo las metodologías de Neutrosofía y las RNA utilizadas para el manejo de la incertidumbre y vaguedad en el proceso de toma de decisiones ayuda mucho al experto y a cualquier persona que tenga estos inconvenientes ante un problema propuesto.

Se determinaron las variables más significativas que para efecto del presente proyecto se consideran factores y ponderaciones, las mismas que influyeron en la morbimortalidad después del terremoto ocurrido en el cantón Pedernales provincia de Manabí en el año 2016 mediante la investigación de los antecedentes de terremotos superiores a 6° MW en la escala de Richter históricos a nivel nacional e internacional, de los informes emitidos por las distintas entidades ecuatorianas e internacionales, del estudio realizado en la morbilidad y mortalidad después de un terremoto, además de las consultas realizadas a expertos y la creación de una base de datos con la información de las encuestas realizadas a los pobladores de Pedernales que sirvió para realizar el modelo propuesto.

Se determinó que usar el Mapa Cognitivo Neutrosófico, siendo este un híbrido entre Neutrosofía y RNA, como metodologías son factibles para el manejo de la incertidumbre en situaciones en donde la requiera, debido a que este realiza el análisis de causalidad entre los factores del problema propuesto. Se evaluaron los 20 factores identificados mediante el modelo propuesto en donde dio como resultado el orden de importancia de los tres principales factores: las Construcciones de concreto, Condiciones endémicas y la Ausencia de normas de construcción.

El desarrollo de una página web informativa para visualizar el

estudio realizado y la implementación del modelo creado, donde el experto puede utilizarlo para evaluar sus propios factores o los identificados en este proyecto, facilitándole en el proceso de toma de decisiones.

La evaluación del modelo creado mediante encuestas a cinco expertos, evidenciaron que las metodologías aplicadas para el modelo creado son adecuadas ya que permiten el manejo de la incertidumbre en la toma de decisiones.



BIBLIOGRAFÍA

Abreu, L. (diciembre de 2014). El Método de la Investigación. Obtenido de http://www.spentamexico.org/v9-n3/A17.9-(3)195-204.pdf

Aguirre, J. C., & Jaramillo, L. G. (2015). El papel de la descripción en la investigación cualitativa. Cinta Moebio, 181.

Agüero, & Sivira. (2016). Técnicas e instrumento de recolección de datos. Universidad Yacambú. Obtenido de Revista técnicas e instrumentos de Recoleccion de datos en la Investigación Cualitativa:https://issuu.com/elizabethaguero1/docs/revista_tecnicas_e_instrumentos

Alblowi, S. A., Salama, A. A., & Mohmed, E. (Febrero de 2014). ResearchGate.Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/282085523_NEW_CONCEPTS_OF_NEUTROSOPHIC_SETS

Aleman. (2017). Técnicas de inteligencia artificial aplicadas a problemas de ingeniería civil. Revista de Arquitectura e Ingeniería, Vol.11(N.3).

Alfonso et al., C. (4 de octubre de 2016). Observatorio de la sostenibilidad por un futuro más sostenible. Obtenido de Atlas del cambio climático emisiones por evidencias por comunidadesautónomas: https://www.observatoriosostenibilidad.com/documentos/CAMBIO_CLIM%C3%81TICO_CCAA_v16.pdf

Almaguer, Peréz, & Perèz. (2014). Procedure to improve thesatisfaction of the client based on difusse logic. Application in hotel Miraflores. Centro de Información y Gestión Tecnológica de Santiago de Cuba, Vol. 22(N.3).

Alvarez, M. (8 de octubre de 2013). Desarrollo web.com. Obtenido de: https://desarrolloweb.com/articulos/prototipado-diseno-web.html

Andrade, Rodriguez, & Dasilva. (2015). Proposal for using AHP Method to Evaluate the Quality of Services Provided by Outsourced Companies. Procedia Computer Science, Vol. 55, 715-724.

Angamarca, G. (2017). Análisis del impacto social de casos de abuso sexual judicializados en niños, niñas y adolescentes, hijos de familias emigrantes de la provincia de Cañar. Trabajo de Titulación a Magister en Migración. Universidad De Cuenca, Cuenca.

Arias (2015). Prevalencia de ansiedad en estudiantes universitarios. Revista Diversitas - Perspectivas En Psicología, Vol.11(N.1).

Arias, F. G. (2016). El proyecto de investigación (introducción a la metodología científica) 7ma edición . Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Editorial Episteme.

Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M., & Miranda Novales, M. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio.

Atanassov, K. T. (1999). Intuitionistic fuzzy sets. In Intuitionistic fuzzy sets (pp. 1-137). Physica, Heidelberg.

Ato, M., López, J., & Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología.

Bastiaenen, P. (2017). Manejo de residuos en los países bajos breve descripción. Obtenido de: https://www.b2match.eu/system/holanda/files/Brochure_pags_1_12.pdf?1 367683323

Bartuskova, & Kresta. (2015). Application of AHP Method in External Strategic Analysis of the Selected Organization. - International Institute for Social and Economics Sciences. Procedia Economics and Finance, Vol. 30, 146-154.

Belloch. (2018). Propuestas Para Enfoque Transdiagnostico de Los Trastornos Mentales y Del Comportamiento. Revista de Psicopatología y Psicología Clínica, Vol. 17(N. 3).

Belloch-Amparo Botto, Acuña, & Jiménez. (2014). A new proposal for the diagnosis. Revista Médica de Chile, Vol. 142(N.10

Belnap, N. D. (1977). A useful four-valued logic. In Modern uses of multiple-valued logic (pp. 5-37). Springer, Dordrecht.

Beltrán, M., Muñoz, A., & Muñoz, A. (2013). La universidad autonoma de Madrid.de: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/6824

68/CE_104_1.p df?sequence=1
Botella, J., & Zamora, Á. (2017). El meta-análisis: una metodología para la investigación en educación: https://www.redalyc.org/html/706/70651145001/
Bravo, Salvo, & Mieres. (2016). El clima social escolar en el logro de aprendizajes y el desarrollo integral, ¿cómo afecta a la salud mental de los niños y niñas? Salud Pública de México, Vol.58(N.6).
Briega, R. L. (2017). Matemáticas, analisis de datos y python: https://relopezbriega.github.io/blog/2017/05/21/introduccion-a-la- inferencia-bayesiana-con-python/
Bvpad. (2015). Desastres Naturales. Obtenido de: https://www.coursehero.com/file/31716720/doc41-1pdf/
Campallay, & Meléndez. (2015). Analysis of impact of methodology activates and heuristic learning in subjects of engineering. Revista Actualidades Investigativas en Educación, vol.15(N.2).
Campos Aquino, D. A., & Mundaca Arriola, L. (2016). Propuesto de método de reconocimiento de imagenes para la identificación del melanoma humano. Obtenido de Escuea profesional de ingeniería de sistemas : http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/uss/156/4 TESIS.pdf?sequ ence=1&isAllowed=y
Capdevila, Bellmunt, & Domingo. (2015). Estilo de vida y rendimiento académico en adolescentes: comparación entre deportistas y no deportista. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Vol.27, 28-33.
Carballo, & Guelmes. (2016). Some considerations about the variables in educational researches. Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos, Vol.8(N.1).
Cárdenas, García, & Gómez. (2014). Niñez y adolescencia en el contexto de la migración: principios, avances y desafíos en la protección de sus derechos en América Latina y el Caribe. Revista Interdisciplinar da Mobilidade Humana, vol. 22(N. 42).
Casas, D. (2016). Alcance de la definición de complejidad enfocada hacia el estudio de lo ambiental. Repositorio Institucional de José de Caldas.
Castellano, D. (2015). Dipósit digital de documents de la UAB. Obtenido de: https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2015/137782/TFG_DailosCastellanoMarrero. pdf
CEPAL. (2013). CEPAL. Obtenido de Comisión Económica para

America Latina y el Caribe: https://www.cepal.org/es

Chavarría, H., Witkowski, K., Otero, M., & Arias, J. (2015). Resarch. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/290192959_El_fenomeno_de_El_Nino_en_la_agricultura_de_las_Americas

Chiriboga, L., & Torres, K. (Julio de 2013). Escuela politecnoca Nacional. Obtenido de: http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6457/1/CD-4989.pdf

Challenger, Diaz, & Becerra. (2014). The programming language Python. Sistema de Información Científica Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, Vol. 20(N.2). Obtenido de El lenguaje de programación Python/The programming language Python: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181531232001

Claver, & Pérez. (2017). El proceso analítico jerárquico. Aplicación al estudio del patrimonio industrial inmueble. Madrid: UNED.

Cordero.et.al. (2017). Psychological treatment of emotional disorders in primary care: Theoretical and empirical basis of the PsicAP study. Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés, Vol. 23(N.2-3). Obtenido de Psychological treatment of emotional disorders in primary care: Theoretical and empirical basis of the PsicAP study: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1134793717300647

Cordoba. (2015). Emigración e inmigración internacional. REVISTA COLOMBIANA DE GEOGRAFÍA, Vol. 25(N.2). Obtenido de Emigración e inmigración internacional en el área metropolitana de Bogotá: http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v25n2/v25n2a8.pdf

Córdoba.J. (2015). Una aproximación a la inmigración ecuatoriana en España (1995- 2005). Iberoamérica Social: Revista-red de estudios sociales, vol.IV, 73-84. Obtenido de https://iberoamericasocial.com/una-aproximacion-a-la-inmigracion-ecuatoriana-en-espana- 1995-2005/

Corral, Y., Corral, I., & Franco, A. (Abril de 2015). Procedimientos de muestreo Sampling Procedures. Obtenido de http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revista/46/art13.pdfDerecho Ecuador. (2014). Derechos del buen vivir. Obtenido de: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webnec/

Sitios/LIBRO%20buen%20vivir/files/assets/downloads/page0026.pdf

Cruz, D. L. (2016). Traumatic experience due to rape in an adolescent. MEDISAN, vol.20(N.10).

Cruzet, Fernández, & González. (2018). Towards artificial intelligence in medicine education. Preliminary approach. Revista Cubana de Informática Médica, vol.10(N.1).

Datsi. (2014). Modelización de sistemas biológicos: practicass de simulación con Matlab y Simulink. Obtenido de Politécnica Datsi: http://laurel.datsi.fi.upm.es/_media/docencia/asignaturas/msb/pub/cuad ernomsb.pdf

Delgado, R., & Tibau, X. (24 de octubre de 2014). ResearchGate. Obtenido de Las Redes Bayesianas como herramienta para la evaluación del riesgo de reincidencia: Un estudio sobre agresores sexuales: https://www.researchgate.net/publication/323203066_Las_Redes_Bayesi anas_como_herramienta_para_la_evaluacion_del_riesgo_de_reincidenci a

de-Miguel, C., & Tavares, M. (2015). CEPAL: Comision Económica para América Latina y el caribe Repositorio Digital. Obtenido de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37791/LCM23_es. pdf

Diaz, B. (2015). Vulnerabilidad y daños sísmicos. Obtenido de https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6230/03CAPITULO2.pdf

Diaz, Molina, & Navarrete. (2017). Fuzzy logic and financial risk. A proposed classification of financial risk to the cooperative secto. Contaduría y Administración, Vol. 62(N.5).

Danel Rual, O. O. (noviembre de 2015). Metodología de la investigación. Población y muestra. doi: 10.13140/RG.2.1.4170.9529

DiligentTeam. (2016). Diligent. Obtenido de: https://www.diligent.es/por-que- hacer-un-prototipo-de-pagina-web-para-tu-empresa/

Echeverria. (2013). Culture of migration and media and interpersonal communication in youth's imaginaries. Comunicación y sociedad(19). Obtenido de Culture of migration and media and interpersonal communication in youth's imaginaries: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&p

id=S0188-252X2013000100004
Echenique, E. G. (julio de 2017). Repositorio Institucional Continental. Obtenido de Metodología de la investigación: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/4278/1/DO_UC_EG_MAI_UC0584_2018.pdf
EcuRedcontributors. (13 de octubre de 2015). Ecured. Obtenido de Enciclopedia cubana: https://www.ecured.cu/index.php?title=Prototipo&oldid=2550837
El Economista. (2017). Las tecnologías del sismo. Obtenido de: https://www.eleconomista.com.mx/tecnologia/Las-tecnologias-del-sismo- 20171001-0101.html
Emrouznejad, & Ho. (2017). Fuzzy Analytic Hierarchy Process. En Fuzzy Analytic Hierarchy Proces (p. 408). Australia: https://books.google.com.ec/books?id=DmpQ DwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Fuzzy+Analytic+Hierarchy+Process&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiR14yW3PjeAhXS3lMKHS4LB hkQ6wEIKTAA#v=onepage&q=Fuzzy%20Analytic%20Hierarchy%20Process&f=false.
Escobar. (2015). Methodology for making investment decisions on stock portfolio by considering the multicriteria technique AHP. Contaduría y Administración, Vol.60(N.2).
Escobar.J. (2015). Methodology for making investment decisions on stock portfolio by considering the multicriteria technique AHP. Contaduría y Administración. Universidad Nacional Autónoma de México., Vol. 60(N.2).
Espinoza Duarte, C. J., & Villafuerte Clavijo, L. I. (2019). Prototipo de una página Web que muestre los resultados del factor de incidencia en el desarrollo emocional del adolescente, a causa de migración de familiares cercanos, usando un modelo heurístico neutrosófico con herramientas de Jupyter Python (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales).
Farías, & Martins. (2016). Violencia escolar entre adolescentes: condiciones de vulnerabilidad. Rev. Latino-Am. Enfermagem, 21(N.42). Obtenido de: http://scielo.isciii.es/pdf/eg/v15n42/docencia2.pdf
Feriche, M. (2014). Daños producidos por terremotos. Obtenido de http://www.dipalme.org/Servicios/Anexos/anexosiea.nsf/vanexos/IEA- ETA-C4/$File/ETA-C4.pdf
Ferez-Rubio, J. (2017). Redes bayesianas aplicadas a la medicina.

Obtenido de Universitat Oberta de Catalunya: http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/63906/6/jferez rTFM0617Mmemoria.pdf

Fernández. (2014). Adolescencia, crecimiento emocional, proceso familiar y expresiones humorísticas. EDUCAR, Vol.50(N.2), 445-466. Obtenido de EDUCAR: https://www.redalyc.org/pdf/3421/342132463011.pdf

Fernandez, D. (23 de enero de 2017). Molanco data Engineering. Obtenido de http://molanco.com/node/28

Fernández Gonzáles, D., Ordiales Fernández, M., Sancho, J., & Verdeja, L. F. (Julio de 2015). Posibilidades de la Lógica Difusa en Operaciones y Procesos de la Metalurgia Primaria. Obtenido de ReseachGate: https://www.researchgate.net/publication/287645150_Posibilidades_de_la_Logica_Difusa_en_Operaciones_y_Procesos_de_la_Metalurgia_Primari a

Fernández, R., Aguilera, P., Fernández, A., & Rumi, R. (Abril de 2014). Redes bayesianas: una herramienta probabilística en los modelos de distribución de especies. Obtenido de Redalyc: https://www.redalyc.org/pdf/540/54030449008.pdf

Flórez, A. M. (2018). Sistematización. Obtenido de Repositorio Institucional de la Corporación Universitaria Minuto de Dios: https://repository.uniminuto.edu/bitstream/handle/10656/6274/6.%20ROL%20DEL%20TRABAJAO%20SOCIAL%20EN%20PRIMERA%20INFANCIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Flores, Cancino, & Figueroa. (2018). Systematic Review of Self-Injurious Behaviors without Suicidal Intention in Adolescents. Rev Cubana Salud Pública, Vol.44(N.4). Obtenido de Systematic Review of Self-Injurious Behaviors without Suicidal Intention in Adolescents: https://www.scielosp.org/article/rcsp/2018.v44n4/200-216/es/

Gaete. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. Revista Chilena De Pediatría, vol.86(N.2). Obtenido de Desarrollo psicosocial del adolescente: https://scielo.conicyt.cl/pdf/rcp/v86n6/art10.pdf

Gallego. (2017). Sobre conjuntos y topología neutrosóficos. Procedia Computer Science, Vol.120(N.975-982). Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S18770

50918301017

Gamero Burón, C., & Iranzo Acosta, J. L. (2015). Probabilidad. Obtenido de Universidad de Málaga: https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/10369/5%20PIE%2 0PROBABILIDAD.pdf?sequence=1

García, M., & Naranjo, H. (2016). Actores influyentes en la vulnerabilidad ante desastres naturales en Bolivia 1980 - 2012. Obtenido deScielo: Scientific Electronic Library Online: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518- 44312016000200004

Garcia. (2017). Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria. Education in the Knowledge Society, Vol. 18(N.2).

García, Reding, & López. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. Investigación en Educación Médica, Vol. 2(N.8).

Giubbani, C. A. (2016). Identificación de Patrones de Comportamiento de Oficios Judiciales en el Gabinete de Procesamiento. Obtenido de: https://rdu.iua.edu.ar/bitstream/123456789/856/1/PG_Giubbani.pdf

Goldenberg. (2017). The Heuristic Search Research Framework. Knowledge-Based Systems, Vol.129(N.1-3).

Gomis-Roman, P. (Mayo de 2018). ResearchGate. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/325387232_Fundamentos_de_Programacion_en_Python_Spanish

Gonzáles-Cancelas, N., Molina Serrano, B., Soler-Flores, F., & Awad-Núnez, S. (Enero de 2018). Use of Bayesian Networks to Analyze Port Variables in Order to Make Sustainable Planning and Management Decision. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/322404271_Use_of_Bayesian_Networks_to_Analyze_Port_Variables_in_Order_to_Make_Sustainable_ Planning_and_Management_Decision

González, N. (2018). Neutrosophic Computing and Machine Learning.

González. (2016). Guía rápida de MATLAB. Claves para la certificación. En González. Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Obtenido de: https://books.google.com.ec/books?id=v7WQDQAAQBAJ&dq=que+es+matlab&hl=es&sou rce=gbs_navlinks_s

González.et.al. (2018). Psychological treatment of emotional disorders in Primary Care: The transdiagnostic treatment manual of the PsicAP study. Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés, Vol 24.

Grau et al. (2014). Las redes bayesianas como sistemas de soporte a la decisión.

Hanine.et.al. (2016). Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TODIM methods for landfill location selection. SpringerPlus. Obtenido de: https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/s40064-016-2131-7

Hernández. (2016). Problemas emocionales y conductuales en una muestra de adolescentes de la ciudad de Toluca. Universidad Autónoma del Estado de México. Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/65268/problemas%20emocionales%20y%20conductuales%20en%20adolescentesj%20%281%29-split-merge.pdf?sequence=3

Herrera, L. & Muñoz, D. (2017). Inteligencia artificial y lenguaje natural. Lenguas Modernas, (19), 157-165Inforeciclaje. (2019). Obtenido de: http://www.inforeciclaje.com/reciclaje- escombros.php

Kandasamy, W.B.V. & Smarandache, F. (2003) Fuzzy cognitive maps and neutrosophic cognitive maps. American Research Press.

Kandasamy, W.V. & Smarandache, F. (2013). Fuzzy Neutrosophic Models for Social Scientists. Education Publisher Inc.

Leandro, A. (2007). Administración y manejo de los desechos en proyectos de construcción.

López, M. (2016). Predicción del rendimiento académico de los estdiantes de física a través de las redes bayesianas en la unidad de cantidad de movimiento lineal.

López, R. (2017). Introducción a la inferencia Bayesiana con Python. Obtenido de: https://relopezbriega.github.io/blog/2017/05/21/introduccion-a-la- inferencia-bayesiana-con-python/

León Mayorga, S. X., & Ortega Plúas, G. M. (2019). Prototipo de una página Web en programación Python como propuesta a un modelo de reciclaje de desechos estructurales post-sísmicos basados en redes Bayesianas Neutrosóficas (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales).

Leyva-Vázquez, M., et al., Técnicas para la representación del conocimiento causal: un estudio de caso en Informática Médica. Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud, 2013. 24: p. 73-83.

Lomeli, & Ybanez. (2017). Internal Migration f lows through Network Analysis: A Comparison between Two Border Regions of Mexico, 1995 and 2015. FRONTERA NORTE, Vol. 29(N.58). Obtenido de Internal Migration f lows through Network Analysis: A Comparison between two Border Regions de Mexico 1995 and 2015: http://www.scielo.org.mx/pdf/fn/v29n58/0187-7372-fn-29-58-00095.pdf

Lugo, Maldonado, & Murata. (2014). Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clínico en medicina. Revista Alergia México, Vol. 61(N.2). Obtenido de Inteligencia artificial para asistir el diagnóstico clinico: http://www.redalyc.org/pdf/4867/486755034010.pdf

Maldonado Vera, K. I., & Campoverde López, J. P. (2019). Prototipo de una página Web en lenguaje Python–Jupyter para la ayuda en la toma de decisiones basadas en las variables a evaluar que inciden en las causas por el fenómeno del niño, mediante un modelo híbrido de redes bayesianas y neutrosofía (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales).

Mejía, Agudelo, & Soto. (2014). Desing and validation of a scale to measure caregiving dedication in caregivers of dependent older people. Atención Primaria, vol.47(N.9). Obtenido de Desing and validation of a scale to measure caregiving dedication in caregivers of dependent older people: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0212656715000591

Ménard. (2017). Ecuador como nodo articulador de la migración senegalesa en América del Sur. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, vol. 15(N. 29), 31-50. Obtenido de Ecuador como nodo articulador de la migración: http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66054713002

Mora. (2013). Research Methodologies in migration Studies. Instituto Internacional de Integración, Vol 1(N.1). Obtenido de: http://www.scielo.org.bo/pdf/rieiii/v6n1/v6n1a02.pdf

Moreno.A. (2015). La Adolescencia. UOC. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?id=qH3LDAAAQBAJ

&dq=moreno+2015&hl=es&sourc e=gbs_navlinks_s

Narváez. (2017). Depresión e ideas suicidas en jóvenes de educación media superior en Tenosique, Tabasco. Salud en Tabasco, vol. 23(N.1-2). Obtenido de Depresión e ideas suicidas en jóvenes de educación media superior: http://www.redalyc.org/pdf/487/48754566005.pdf

Olaya. (2013). Causas de la desintegración familiar y sus consecuencias en el rendimiento escolar y conducta de las alumnas de segundo de la Institución Educativa Nuestra Señora De Fátimade Piura. Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura . Obtenido de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1818 /MAE_EDUC_110.pdf?sequence= 1

OMI. (2017). World Migration Report 2018. Organización Internacional para Migraciones. Obtenido de La OIM lanza el Informe 2018 sobre las Migraciones en el Mundo: https://www.iom.int/es/news/la-oim-lanza-el-informe-2018-sobre-las- migraciones-en-el-mundo

Oroza, & Puente. (2017). Migration and Communication: their relation on the current globalized world. Revista Novedades en Población, vol.13(N.25). Obtenido de Migration and Communication: their relation on the current globalized world: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1817-40782017000100002

Ortega. (2014). Plan de negocio para la modernización de la fundación de servicios sociales “por ti Jesús” ubicada en el cantón del Carmen. Pontifica universidad católica de guayaquil. Obtenido de: https://issuu.com/pucesd/docs/ortega_abad_andrea_carolina_dg

Otzen, & Manterola. (2017). Sampling Techniques on a Population Study. International Journal of Morphology. Obtenido de Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000100037

Patiño Plazarte, D. F., & Arauz González, K. E. (2019). Prototipo de una página Web mediante Jupyter para evaluar la morbimortalidad post-sísmica utilizando un modelo híbrido de redes neuronales y neutrosofía, caso de estudio: víctimas del terremoto ocurrido en el cantón Pedernales año 2016 (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas Carrera de Ingeniería en

Sistemas Computacionales).

Peralta, & Seigua. (2018). Aplicación de redes bayesianas difusas como herramientas de toma de decisiones para medir daños estructurales a edificios post-sismico de la Universidad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas. Obtenido de: http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/32392/1/B-CISC-PTG-1517%20Peralta%20Ar%C3%A9valo%20Danny 20Valent%C3%ADn%20.%20Seigua%2 0Garcia%20 Eduardo %20Gregorio.pdf

Pérez-Teruel, K., et al. (2014). Computación con palabras en la toma de decisiones mediante mapas cognitivos difusos. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 8, 19-34.

Pérez-Teruel, K., Leyva-Vázquez, M. & Estrada-Sentí, V. (2015). Mental Models Consensus Process Using Fuzzy Cognitive Maps and Computing with Words. Ingeniería y Universidad, 19, 173-188.

Putra, Andryana, Fauziah, & Gunaryati. (2018). Fuzzy Analytical Hierarchy Process Method to Determine the Quality of Gemstones. Advances in Fuzzy Systems, vol.2018, 6. Obtenido de Fuzzy Analytical Hierarchy Process Method to Determine the Quality of Gemstones: https://www.hindawi.com/journals/afs/2018/9094380/

Quant, & Trujillo. (2014). Evidence Based Clinical Psychology: Impact on Training, Research and Clinical Practice. Revistacostarricensedepsicología, Vol. 33(N. 2), 123-136. Obtenido de Evidence Based Clinical Psychology: Impact on Training, Research and Clinical Practice: https://www.redalyc.org/html/4767/476747238005/

Quero.et.al. (2017). a cognitive-behavioral therapy program utilizing virtual reality for the treatment of adjustment disorders: a case series. Revista Argentina de Clínica Psicológica, Vol.26(N.1). Obtenido de a cognitive-behavioral therapy program utilizing virtual reality for the treatment of adjustment disorders: a case series: http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/170773/54562.pdf?sequence=1

Reyes, A. (2018). Estos son los efectos psicológicos después de un sismo. Obtenido de: https://www.excelsior.com.mx/nacional/2018/02/19/1189472

Rodríguez, & Oidor. (2014). Identificación del índice de vulnerabilidad territorial a partir de modelos jerárquicos y

heurísticos aplicando SOA. Universidad Católica de Colombia. Bogota D.C. Obtenido de identificación del índice de vulnerabilidad territorial a partir de modelos heurísticos: https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1356/1/Proyecto.pdf

Romer, Romero, & Cuadrado. (2017). Decisión multicriterio discreta. Editorial Centro de Estudios Ramon Areces SA,. Obtenido de: https://books.google.com.ec/books?id=nu1ADwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Decisi%C3%B3n+multicriterio+discreta&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi3ioHR-bzgAhVIwFkKHdADB- kQ6wEIKDAA#v=onepage&q=Decisi% C3%B3n%20multicriterio%20discreta&f=false

Russo, & Comanho. (2015). Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature. Procedia Computer Science, Vol. 55, 1123-1132. Obtenido de Criteria in AHP: A Systematic Review of Literature: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915015562

Sanchez. (2014). Análisis de la eficacia de un tratamiento grupal cognitivo-conductual en sujetos con somatizaciones. Universidad de Murcia Anales de Psicología, vol. 30(N.2). Obtenido de Análisis de la eficacia de un tratamiento grupal cognitivo-conductual: https://www.redalyc.org/pdf/167/16731188004.pdf

Sica.et.al. (2016). web.teaediciones.com. Obtenido de Cuestionario para Evaluación de Problemas en Adolescentes: http://www.web.teaediciones.com/Ejemplos/Q-PAD-EXTRACTO.pdf

Silva, & Mejía. (2015). Autoestima, adolescencia y pedagogía. Revista Electrónica Educare, Vol.19(N.1), 241-256. Obtenido de: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4895723

Singh, P. (2017). Distance and similarity measures for multiple-attribute decision making with dual hesitant fuzzy sets. Computational and Applied Mathematics, 36(1), 111-126.

Smarandache, F. (1999). A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic, in Philosophy. American Research Press, p. 1-141.

Smarandache, F. (2003). A Unifying Field in Logics: Neutrosophic Logic: Neutrosophy, Neutrosophic Set, Neutrosophic Probability. Infinite Study.

Smarandache, F. P., & Pramanik, S. D. (2013). Conjuntos y Sistemas

Neutrosóficos (Vol. Vol.1). Nuevo Mexico: Biblioteca Del Congreso, Washington DC, Estados Unidos. Obtenido de http://fs.unm.edu/NSS/NSS-2-2014.pdf

Stroustrup. (2013). The C++ Programming Language: The C++ Programm Lang_p4. En Stroustrup. Texas: Addison-Wesley. Obtenido de LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN C++: http://www.larevistainformatica.com/C++.htm

Suárez, F., Cuenca, R., & Hurtado, D. (2012). Incidencia de la migración Familiar en el Ambito Escolar y Emocional en los niños/as de la Provincia de Imbabura y Carchi- Ecuador. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Eduacacion, 10(3), 1696-4713. Obtenido de https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55124665009

Takashi, K. (2017). Instituto geofísico del Perú. Obtenido de http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/Divulgacion_PPR_El_Nino_IGP_201704.pdf

Teruel, K. P. (2013). Redes Bayesianas.

Tinoco, O. (Marzo de 2014). Una aplicación de la prueba chi cuadrado con SPSS. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/307181838_Una_aplicacion_d e_la_prueba_chi_cuadrado_con_SPSS

Toomey, D. (2016). Aprendiendo jupyter. Packt Publishing Ltd. Obtenido de: https://books.google.com.ec/books?id=saHcDgAAQBAJ&dq=QUE+ES+JUPYTER+PYTH ON&hl=es&source=gbs_navlinks_s

Toro, L. (21 de septiembre de 2017). Desde Linux. Obtenido de https://blog.desdelinux.net/jupyter-notebook/#comments

Torra, V. (2010). Hesitant fuzzy sets. International journal of intelligent systems, 25(6), 529-539.

Torra, V., & Narukawa, Y. (2009, August). On hesitant fuzzy sets and decision. In 2009 IEEE international conference on fuzzy systems (pp. 1378-1382). IEEE.

Toulkeridis, T., & Cornejo Rodriguez, M. (16 de abril de 2016). Research. Obtenido de Boletín de resúmenes - 1er Congreso Anual de Cambio Climático en el Ecuador: https://www.researchgate.net/publication/301700552_Boletin_de_resumenes_1er_Congreso_Anual_de_Cambio_Climatico_en_el_Ecuador

Trueba, R. A. (2013). Aportaciones de las redes bayesianas en meteorología y predicción probabilística de precipitación.

Urbano, Muños, & Osorio. (2016). Multicriteria selection of a strategic ally for land freight operation. Estudios

Gerenciales, Vol. 32(N.138). Obtenido de Multicriteria selection of a strategic ally for land freight operationSeleção multicritério de aliado estratégico para a operação de carga terrestre: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592315000601

Urbano.et.a. (2016). Multicriteria selection of a strategic ally for land freight operation. Estudios Gerenciales, Vol.32(N.138). Obtenido de Multicriteria selection of a strategic ally for land freight operationSeleção multicritério de aliado estratégico para a operação de carga terrestre: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0123592315000601

Urbiola, Estevéz, Iruarrizaga, & Jaurequi. (2017). Emotional dependency in youth: Relationship with anxious and depressive symptoms, self-esteem and gender differences. Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés, Vol.23(N.1). Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1134793716300537

Vaitia.et.al. (2014). Systemic Election Indicators for Environmental Sustainability Land. Revista Ciencias Técnicas Agropecuaria, vol.23(N.4). Obtenido de: http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n4/rcta08414.pdf

Varvarigos, & Christodoulopoulos. (2014). Algorithmic Aspects in Planning Fixed and Flexible Optical Networks With Emphasis on Linear Optimization and Heuristic Techniques. Journal of Lightwave Technology, vol.32(N.4). Obtenido de: https://ieeexplore.ieee.org/document/6663602

Vásquez Castellar, N. M., & Castro Rubio, Z. F. (septiembre de 2017). Análisis del comportamiento de variables meteorológicas en el departamento del Atlántico en los últimos 30 años. Obtenido de: https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/ 13908/1/36302974.pdf

Vasquez, Castillo, & Lera. (2015). Migrations in Latin American countries. Characteristics of the pediatric population. Revista Chilena de Pediatría, Vol. 86(n.5). Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370410615001436

Vasquez.et.al. (2015). Migrations in Latin American countries. Characteristics of the pediatric population. Revista Chilena,

Vol. 86(n.5). Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0370410615001436

Vazquez, M. L. (2018). Nuevos avances en el tratamiento de la incertidumbre. 1-76. Obtenido de Nuevos Avances en el tratamiento de la incertidumbre: http://fs.unm.edu/NeutrosofiaNuevosAvances.pdf

Vázquez, M. L., Hernandez, N. B., & Smarandache, F. (2018). Métodos Multicriterios Para Determinación De La Efectividad De La Gestión Pública Y El Análisis De La Trasparencia. Infinite Study.

Vázquez, M. L., Jara, R. E., Riofrio, C. E., & Teruel, K. P. (2018). Facebook como herramienta para el aprendizaje colaborativo de la inteligencia artificial. Didasc@ lia: didáctica y educación ISSN 2224-2643, 9(1), 27-36.

Veitia,E.; Montalvan, A. & Martinez, Y. (2014). Systemic Election Indicators for Environmental Sustainability Land. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 23(N.4). Obtenido de: http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v23n4/rcta08414.pdf

Veitia Rodríguez, E. R., Martínez-López, Y., & Montalbán Estrada, A. (2014). Aplicación de la lógica difusa en la toma de decisiones para la sostenibilidad del suelo. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071- 00542014000300005

Velázquez, A. P. (2017). Tipos de muestreo. Obtenido de Consejo Nacional de Ciencia y Tegnología CONACYT (Gobierno de México): https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos%20de%20Muestreo%20-%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B 3n%20Geoespacial.pdf

Ventura. (2017). ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Revista Cubana de Salud Pública,, Vol. 43(N.4). Obtenido de: https://www.redalyc.org/pdf/214/21453378014.pdf

Wang, W. J. (1997). New similarity measures on fuzzy sets and on elements. Fuzzy sets and systems, 85(3), 305-309.

Xia, M., & Xu, Z. (2011). Hesitant fuzzy information aggregation in decision making. International journal of approximate reasoning, 52(3), 395-407.

Zadeh, L. A. (1996). Nacimiento y evolución de la lógica borrosa, el soft computing y la computación con palabras: un punto de vista personal. Psicothema, 421-429.

Zamora, S. (2016). Consecuencias y daños de un terremoto según

su grado de intensidad. Obtenido de: https://www.diariosur.es/malaga/201601/25/consecuencias-danos- terremoto-segun-20160125133955.html

Zhu, B., Xu, Z., & Xia, M. (2012). Dual hesitant fuzzy sets. Journal of Applied Mathematics, 2012.

Zhu. (2014). Fuzzy analytic hierarchy process: Fallacy of the popular methods. European Journal of Operational Research, Vol.236(N.1). Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377221713008576#!

Zyoud, & Fuchs. (2017). A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques. Expert Systems with Applications, Vol. 78, 158-181. doi:/doi.org/10.1016/j.eswa.2017.02.016

AUTORES:



Lorenzo Jovanny Cevallos Torres

Máster en Gestión de la productividad y la calidad, Master en Modelado computacional en Ingeniería, Ingeniero en Estadística. Miembro del grupo de Investigación de Inteligencia Artificial e Información Tecnológica UG. Ha ocupado cargos de Dirección y Subdirección en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales. Docente investigador de la Universidad de Guayaquil (UG).



Alfonso Aníbal Guijarro Rodríguez

Máster Universitario en Modelado computacional en ingeniería, Máster en Docencia y Gerencia en Educación Superior, Ingeniero en computación. Actualmente cursa un programa Doctoral en México. Profesor de la Universidad de Guayaquil. Pertenece al Grupo de Investigación de Inteligencia Artificial y Tecnología de la Información en la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas.



Rosa Inés Hernández Magallanes

Máster en Enseñanza Bilingüe y Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras. Ha formado parte del equipo docente del Sistema Nacional de Nivelación y Admisión "SENESCYT". Docente de la Universidad de Guayaquil.



Maikel Yelandi Leyva Vázquez

Doctor en Ciencias Técnicas, Máster en Bioinformática e Ingeniero Informático. Docente de la Universidad Regional Autónoma de Los Andes (UNIANDES), Sede Babahoyo. ecuador.


ISBN 978-1-59973-731-7
9 781599 737317 >